

บทที่ 1 บทนำ

การสอนคณิตศาสตร์ในชั้นเรียนไทยที่ยึดถือปฏิบัติกันมาเริ่มจากการเริ่มต้นอธิบายเนื้อหาใหม่ ยกตัวอย่างและให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจากนั้นก็ให้แบบฝึกหัดเป็นการบ้าน (Inprasitha, 1997) ซึ่งสอดคล้องกับการวิเคราะห์วิกฤติทางการศึกษาไทยของ รุ่ง แก้วแดง (2543) ที่มองว่า การเรียนการสอนเน้นการท่องจำ การสอนโดยครูเป็นผู้หาความรู้แล้วนำมาบอกให้นักเรียนจดและท่องจำ นอกจากสภาพปัญหาที่กล่าวมาในข้างต้นแล้วจากการจัดลำดับความสามารถด้านการศึกษาของไทยกับประเทศต่างๆ พบว่าผลการประเมินความรู้ความสามารถพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ทั้งในระดับชาติและนานาชาติยังอยู่ในระดับต่ำเมื่อเทียบกับประเทศต่างๆ และมีแนวโน้มจะต่ำลงไปเรื่อยๆ โดยเฉพาะในรายวิชาคณิตศาสตร์ แสดงให้เห็นว่าสาเหตุสำคัญมาจากปัญหาในการจัดการเรียนการสอนที่ไม่ได้เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557) เพื่อแก้ปัญหาเหล่านี้ การปฏิรูปการศึกษาจึงเน้นไปที่การปฏิรูปการเรียนรู้ที่ต้องการให้มีการปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ยึดผู้เรียนเป็นตัวตั้งหรือที่เรียกว่าผู้เรียนสำคัญที่สุด (ประเวศ วสี, 2543) สิ่งสำคัญในการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ คือ การให้ความสำคัญกับแนวคิดของนักเรียน (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2554; 2557) แต่ความพยายามในการปฏิรูปการเรียนรู้ดังกล่าวยังไม่สะท้อนให้เห็นเมื่อพิจารณาจากผลลัพธ์ที่ได้เนื่องจากมีปัจจัยที่เข้ามาเกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก เช่น ปัจจัยด้านการเรียนการสอนที่พบว่าวิธีการสอนหรือแนวทางการสอนยังเน้นการถ่ายทอดเนื้อหาสาระไปสู่ผู้เรียนโดยยึดครูเป็นศูนย์กลาง (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557) เมื่อพิจารณาแนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอนคณิตศาสตร์จากประเทศต่างๆ พบว่ามุมมองเกี่ยวกับคณิตศาสตร์มีการเปลี่ยนแปลงไป เช่น สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติอเมริกา (NCTM, 1980; ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557) ได้มองเห็นว่าคณิตศาสตร์คือการแก้ปัญหา การที่มองคณิตศาสตร์ในรูปของกระบวนการเรียนรู้ดังกล่าวทำให้เกิดความพยายามอย่างมากที่จะจัดการเรียนการสอนแบบใหม่ตั้งแต่ทศวรรษที่ 1980 ประเทศต่างๆ ทั่วโลกได้พยายามวิจัยเพื่อสร้างวิธีสอนคณิตศาสตร์ที่ตอบสนองแนวคิดที่มองคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการแทนการมองว่าเป็นองค์ความรู้แบบเดิม (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557)

ในประเทศญี่ปุ่นแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา (problem solving approach) เป็นวิธีการสอนคณิตศาสตร์ที่ได้รับความนิยมมาก (Isoda, 2007) แนวทางการสอนนี้เป็นแนวทางการสอนที่เกิดจากการทำการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) มาเป็นระยะเวลากว่า 100 ปี แนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาคือวิธีการสอนที่ให้นักเรียนเรียนรู้วัตถุประสงค์ของบทเรียนผ่านการแก้ปัญหาใหม่ที่ครูเป็นผู้นำเสนอ ถึงแม้ปัญหานั้นจะเป็นปัญหาใหม่แต่นักเรียนสามารถแก้ปัญหานั้นได้ด้วยวิธีการที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน จากนั้นจะเป็นการเรียนรู้ร่วมกันทั้งชั้นเรียนโดยวิธีการแก้ปัญหาหลากหลายวิธีที่เกิดจากนักเรียนจะได้รับการอธิบาย เปรียบเทียบ และบูรณาการวิธีการเหล่านั้นเป็นองค์ความรู้ร่วมกันโดยนักเรียนและครู (Isoda & Nakamura, 2010) นอกจากนี้แนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหายังสามารถอธิบายได้ด้วยกระบวนการต่างๆ ดังต่อไปนี้ 1) การนำเสนอปัญหา 2) การประมาณวิธีการในการแก้ปัญหา 3) การแก้ปัญหาย่างอิสระ 4) การอธิบายและการ

เปรียบเทียบ 5) การบูรณาการและการนำไปใช้ แต่อย่างไรก็ตามกระบวนการเหล่านี้เป็นกระบวนการเชิงกลไกที่มีจะละเลยเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนที่ว่านักเรียนจะต้องสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และเป็นการเรียนรู้เพื่อตนเอง เนื่องจากครูอาจเพียงแค่ทำตามกลไกเหล่านี้ เช่น ให้นักเรียนออกมานำเสนอวิธีการที่ถูกต้องแล้วครูก็สอนหรือบอกอะไรสักบางอย่างที่ไม่เกี่ยวข้องกับการอธิบายของนักเรียนเลย (Isoda & Nakamura, 2010)

แนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหานั้นครูจะไม่สอนเนื้อหาในหลักสูตรที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อนโดยตรง แต่เนื้อหาเหล่านี้จะถูกสอนผ่านการนำความรู้ที่นักเรียนเรียนมาแล้วมาประยุกต์ใช้ (Isoda & Nakamura, 2010) เนื่องจากแนวคิดสำคัญของบทเรียนในญี่ปุ่นคือ การที่ครูรวบรวมและใช้ประโยชน์จากแนวคิดของนักเรียน (student's idea) มาใช้ในการปฏิบัติการสอนบทเรียนของครู ถึงแม้ว่า แนวคิดของนักเรียนนั้นจะมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นก็ตาม ดังนั้น ครูจึงต้องพิจารณาให้ได้ว่าแนวคิดต่างๆ ของนักเรียนนั้นจะเชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอย่างไร (Okazaki, 2010) นอกจากนี้ Okazaki (2010) ยังได้กล่าวไว้อีกด้วยว่า การจะทำให้นักเรียนมีมุมมองที่สร้างสรรค์ในการมองคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ศึกษาก็ขึ้นอยู่กับการสอนด้วย นั่นคือการสอนอยู่เบื้องหลังที่ทำให้เกิดมุมมองแบบต่างๆ ได้ ดังนั้นการสอนควรจะเป็นการสอนที่นำแนวคิดของนักเรียนไปใช้ในการสอน

ในประเทศไทย ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2546; 2554; 2557) ได้นำนวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียนและได้พัฒนาวิธีการสอนที่เน้นให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตัวเองที่เรียกว่า “วิธีการแบบเปิด (Open Approach)” มาใช้ในโรงเรียนเพื่อเป็นการพัฒนาวิชาชีพครูระยะยาวและได้ใช้อยู่ในโรงเรียนหลายโรงเรียนในเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือมากกว่า 10 ปี ทำให้เกิดชั้นเรียนแนวใหม่ที่นักเรียนสามารถแสดง “แนวคิดของตนเอง” ได้อย่างหลากหลาย รวมทั้งมีการสื่อสารสองทางมากขึ้นทั้งระหว่างนักเรียนด้วยกันเอง และระหว่างนักเรียนกับครู อย่างไรก็ตามในโดเมนที่เฉพาะเจาะจง เช่น เรื่อง จำนวนและการดำเนินการ การวัดและ เรขาคณิต ยังมีประเด็นปัญหาวิจัยว่า จะทำอย่างไรจะใช้ประโยชน์จาก “แนวคิดของนักเรียน” ดังกล่าวมาเป็นประโยชน์ในการพัฒนาแนวทางการสอนให้เหมาะกับกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554; Inprasitha, 2011) ได้กล่าวถึงปัญหาในการสอนในโดเมนเฉพาะไว้ดังต่อไปนี้ โดเมนเรื่องจำนวนและการดำเนินการ ปกติแนวทางการสอนเรื่อง $9+4$ ครูจะให้นักเรียนนับทั้งหมด (Count all) หรือ นับต่อ (Count on) เป็นการสอนที่เน้นผลลัพธ์ว่าทำอย่างไรก็ได้ ให้ได้ผลลัพธ์เป็น 13 แต่ไม่ได้เน้นการนำแนวคิดเรื่อง การแยกจำนวน (decomposing) หรือ การผสมสิบ (making tens) มากำหนดแนวทางการสอน ที่มีลำดับการสอน ตามแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ซึ่งกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ที่เน้นเกี่ยวกับการรวมจำนวนและการแยกจำนวนนั้นเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนานักเรียนให้แก้ปัญหาการบวกหรือการลบโดยไม่ต้องใช้การนับทีละหนึ่ง (Hattori, 2010) ในโดเมนเฉพาะเรื่อง เรขาคณิต และการวัด ปกติการสอนเรื่องพื้นที่ในระดับชั้นประถมศึกษาชั้นปีที่ 4 จะเน้นการใช้สูตร กว้าง $\times$ ยาว เพื่อคำนวณพื้นที่ของรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้ แต่ไม่ได้ใช้แนวคิดของนักเรียนว่า นักเรียนมีความยุ่งยากในการจำแนก เรื่อง ความยาวเส้นรอบรูปของรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้ซึ่งอยู่ในมิติเดียว กับเรื่องพื้นที่ที่เป็นเรื่องสองมิติ ซึ่งเป็นมิติที่เกี่ยวข้องกับเรื่อง การวัด (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2554; Inprasitha, 2011)

จากแนวคิดที่กล่าวมาทำให้คณะผู้วิจัยสนใจที่จะทำการวิจัยเพื่อวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนในโดเมนเฉพาะด้านจำนวนและการดำเนินการ เรขาคณิต และการวัด ซึ่งเป็นโดเมนเฉพาะที่สำคัญอย่างมากในคณิตศาสตร์ขั้นพื้นฐาน ในระดับชั้นประถมศึกษา มาพัฒนาแนวทางการสอน ที่แสดงให้เห็นถึงลำดับการสอนของ ความคิดรวบยอดที่ต่อเนื่องและเชื่อมโยงกัน

วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนในโดเมนด้านจำนวนและการดำเนินการ เรขาคณิต และการวัด ที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยวิธีการแบบเปิด
2. เพื่อสังเคราะห์แนวทางการสอนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาในรูปลำดับการสอนโดยอาศัยการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียน

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหา หมายถึงชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่ทีมการศึกษาชั้นเรียน จัดการเรียนการสอนโดยบูรณาการ 3 ขั้นตอนของการศึกษาชั้นเรียนและ 4 ขั้นตอนของการสอน ด้วยวิธีการแบบเปิดเข้าด้วยกันตามแนวคิดของ ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ และปฏิบัติเป็นวงจรการ ปฏิบัติงานรายสัปดาห์ ภายใต้การดำเนินงานตลอดปีการศึกษา
2. แนวทางการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหา หมายถึงการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหา ในรูปลำดับการสอนโดยอาศัยการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียน
3. แนวคิดของนักเรียน หมายถึงแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่นักเรียนนำมาใช้ในการแก้ปัญหาในโดเมน ด้านจำนวนและการดำเนินการ ด้านเรขาคณิตและด้านการวัด



บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. แนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา (Problem Solving Approach)

Isoda และ Nakamura (2010) ได้อธิบายเกี่ยวกับแนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาไว้ดังต่อไปนี้ แนวทางการสอนนี้เป็นแนวทางการสอนที่เกิดจากการทำการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) มาเป็นระยะเวลากว่า 100 ปี แนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาคือวิธีการสอนที่ให้นักเรียนเรียนรู้วัตถุประสงค์ของบทเรียนผ่านการแก้ปัญหาใหม่ที่ครูเป็นผู้นำเสนอ ถึงแม้ปัญหานั้นจะเป็นปัญหาใหม่แต่นักเรียนสามารถแก้ปัญหานั้นได้ด้วยวิธีการที่นักเรียนเคยรู้มาก่อน จากนั้นจะเป็นการเรียนรู้ร่วมกันทั้งชั้นเรียนโดยวิธีการแก้ปัญหามากหลายวิธีที่เกิดจากนักเรียนจะได้รับการอธิบาย เปรียบเทียบ และบูรณาการวิธีการเหล่านั้นเป็นองค์ความรู้ร่วมกันโดยนักเรียนและครู นอกจากนี้แนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหายังสามารถอธิบายได้ด้วยกระบวนการต่างๆ ดังต่อไปนี้ 1) การนำเสนอปัญหา 2) การประมาณวิธีการในการแก้ปัญหา 3) การแก้ปัญหาย่างอิสระ 4) การอธิบายและการเปรียบเทียบ 5) การบูรณาการและการนำไปใช้ แต่อย่างไรก็ตามกระบวนการเหล่านี้เป็นกระบวนการเชิงกลไกที่มีจะละลายเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอนที่ว่า **นักเรียนจะต้องสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง และเป็นการเรียนรู้เพื่อตนเอง** เนื่องจากครูอาจเพียงแค่ทำตามกลไกเหล่านี้ เช่น ให้นักเรียนออกมานำเสนอวิธีการที่ถูกต้องแล้วครูก็สอนหรือบอกอะไรสักบางอย่างที่ไม่เกี่ยวข้องกับการอธิบายของนักเรียนเลย แนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหานั้นครูจะไม่สอนเนื้อหาในหลักสูตรที่นักเรียนยังไม่เคยเรียนมาก่อนโดยตรง แต่เนื้อหาเหล่านี้จะถูกสอนผ่านการนำความรู้ที่นักเรียนเรียนมาแล้วมาประยุกต์ใช้

2. วิธีการแบบเปิดในฐานะที่เป็นวิธีการสอนที่เน้นการแก้ปัญหา

Isoda (2007) ได้กล่าวถึง วิธีการแบบเปิดในฐานะที่เป็นวิธีการสอนไว้ดังต่อไปนี้ หลัง ค.ศ. 1943 Japanese National Secondary Mathematics Textbooks ได้รวมเนื้อหาทางคณิตศาสตร์เรื่องต่างๆ ไว้ด้วยกันเป็นรายวิชาเดียว Shigeru Shimada เป็นผู้เขียนหนังสือเล่มดังกล่าว หนังสือเล่มนี้เน้นไปที่กระบวนการทำให้เป็นคณิตศาสตร์ (mathematization) และการแก้ปัญหาปลายเปิด (Open-ended problem solving) หลังจากทศวรรษ 1960 Shimada ได้พัฒนาโครงการวิจัยในการประเมินด้วยปัญหาปลายเปิด ในทศวรรษ 1970 โครงการวิจัยนี้ได้ขยายไปสู่โครงการที่ทำการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) เพื่อพัฒนาวิธีการสอนแบบใหม่ ซึ่งปัจจุบันนี้วิธีการสอนแบบใหม่นี้เรานิยามว่า “กระบวนการเปิด (วิธีการแก้ปัญหามากหลาย)” “คำตอบเปิด (ปัญหานั้นมีคำตอบที่หลากหลาย)” “ปัญหาเปิด (เปลี่ยนหรือพัฒนาจากปัญหาหนึ่งเป็นอีกปัญหาหนึ่ง)” ซึ่งต่อมา Nobuhiko Nohda ได้รวมวิธีการสอนนี้เข้าด้วยกันและเรียกว่าวิธีการแบบเปิด (Open Approach)

3. การแก้ปัญหากับการศึกษาชั้นเรียน

Stigler & Hiebert (1999) อังโนโมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2547) ได้ชี้ให้เห็นว่าการสอนเป็นวัฒนธรรมอย่างหนึ่ง ความแตกต่างของบริบทการสอนแบบต่างๆ ชี้ให้เห็นถึงจุดเน้นและสาระสำคัญของวัฒนธรรมในชั้นเรียนของแต่ละประเทศ เช่น ชั้นเรียนของอเมริกาเป็นชั้นเรียนที่เน้นการพัฒนาตามวิธีการที่ครูคิดว่าดีแล้ว ในขณะที่ชั้นเรียนของญี่ปุ่นและเยอรมันเป็นชั้นเรียนที่เน้นการพัฒนาตามศักยภาพของตัวนักเรียนเอง เมื่อพิจารณาจากจุดเน้นของชั้นเรียนของอเมริกาที่แตกต่างจากของญี่ปุ่นและเยอรมัน Stigler & Hiebert (1999)



มองว่าชั้นเรียนของอเมริกามีปัญหา แต่ปัญหาที่สำคัญและยากกว่านั้นก็คือจะเปลี่ยนแปลงจุดเน้นและวัฒนธรรมนี้ได้อย่างไร เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมในชั้นเรียนไม่ใช่เรื่องที่ทำง่ายๆ แน่แน่นอนว่าคนที่เกี่ยวข้องกับบริบทนี้มากที่สุดคือครู ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงวัฒนธรรมดังกล่าวต้องอาศัยการพัฒนาโดยครูในเชิงวิชาชีพ ซึ่งนักการศึกษาของญี่ปุ่นมองการพัฒนาในแง่ที่ว่า 1) ต้องทำแบบค่อยเป็นค่อยไป 2) ต้องทำอย่างต่อเนื่อง 3) ต้องเน้นเรื่องการเปลี่ยนแปลงชั้นเรียนเป็นสำคัญ ซึ่งองค์ประกอบทั้งสามนี้เป็นหัวใจของวิธีการพัฒนาวิชาชีพครูในญี่ปุ่นที่เรียกว่า Lesson Study

ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547; 2550) กล่าวว่าการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) คือ ระบบการพัฒนาวิชาชีพครูที่ใช้โรงเรียนเป็นฐานของการพัฒนาซึ่งครูญี่ปุ่นจะต้องได้รับการพัฒนาตั้งแต่เริ่มต้นวิชาชีพ ลักษณะที่สำคัญของระบบดังกล่าว คือ กลุ่มครูญี่ปุ่นจะพบกันเป็นระยะๆ เพื่อร่วมกันพัฒนาแผนการสอน สร้างสรรค์นวัตกรรมการสอน การทดลองใช้แผนดังกล่าวในห้องเรียนจริง และการปรับปรุงแผนร่วมกัน แนวคิดพื้นฐานของระบบดังกล่าว คือ วิธีการที่มีประสิทธิภาพที่สุดในการปรับปรุงและพัฒนาการสอนในห้องเรียน คือการพัฒนาและปรับปรุงบทเรียน (Lesson) ในบริบทห้องเรียนจริง สิ่งที่ทำหาคือ (1) การกำหนดการเปลี่ยนแปลงที่ต้องการให้เกิดขึ้นเพื่อพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนในห้องเรียน และ (2) การแลกเปลี่ยนความรู้และปัญหาในห้องเรียนร่วมกับครูคนอื่นและการให้กลุ่มครูรับรู้เป้าหมายของการสอนร่วมกัน

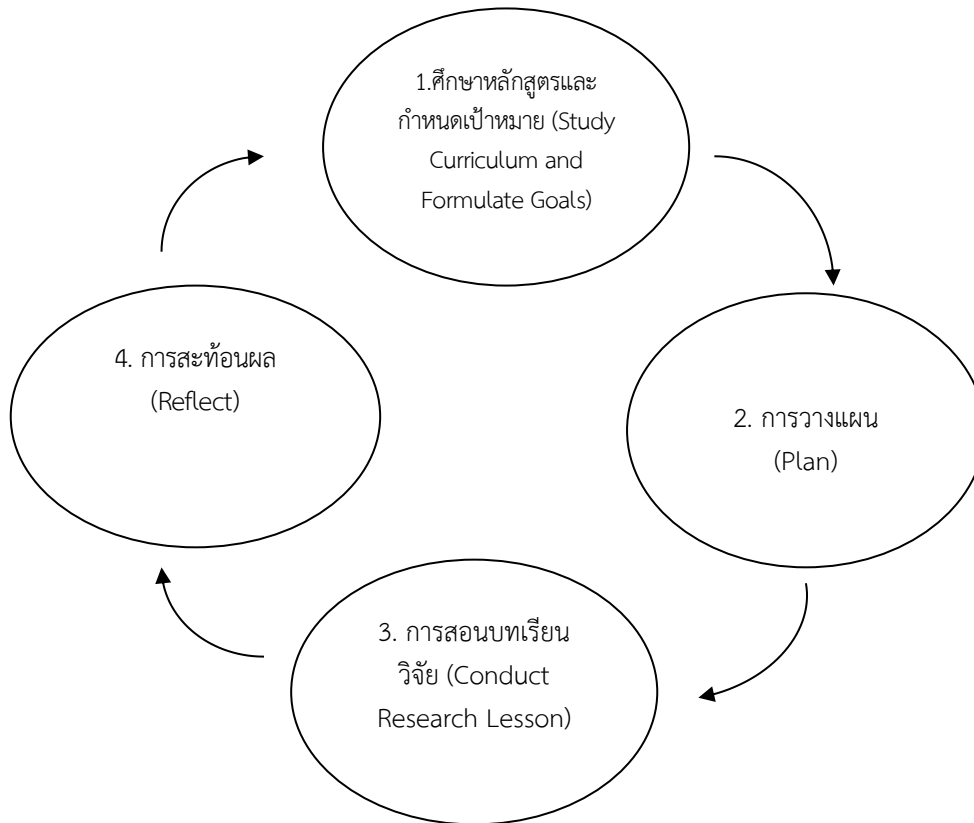
ในประเทศญี่ปุ่นการนำระบบการพัฒนาวิชาชีพครูแบบการศึกษาชั้นเรียนไปใช้มีความแตกต่างและหลากหลายขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ของแต่ละโรงเรียน แต่โดยทั่วไปมีขั้นตอนร่วมกันดังนี้ ขั้นที่ 1: ขั้นการกำหนดปัญหา (Defining the Problem) ขั้นที่ 2: ขั้นการวางแผนบทเรียน (Planning the Lesson) ขั้นที่ 3: ขั้นการนำแผนการสอนไปใช้จริงในห้องเรียน (Teaching the Lesson) ขั้นที่ 4: ขั้นประเมินบทเรียนและสะท้อนผลของบทเรียน (Evaluating the Lesson and Reflecting on its Effect) ขั้นที่ 5: ขั้นปรับปรุงบทเรียน (Revising the Lesson) ขั้นที่ 6: ขั้นสอนบทเรียนที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว (Teaching the Revised the Lesson) ขั้นที่ 7: ขั้นประเมินผลและสะท้อนโดยรวม (Evaluating and Reflecting)

Lewis (2002) ได้เสนอวงจรการศึกษาชั้นเรียนดังนี้

- 1) การตั้งเป้าหมายและวางแผน (Goal -Setting and Planning) เป็นการระบุเป้าหมายสำหรับการเรียนรู้ของนักเรียนและการพัฒนาในระยะยาว การร่วมวางแผนออกแบบการสอนเพื่อที่จะนำไปสู่เป้าหมายที่ตั้งไว้ รวมถึง “บทเรียนวิจัย” ที่จะถูกสังเกต
- 2) บทเรียนวิจัย (Research Lesson) สมาชิกทีมการวางแผน ครูหนึ่งคนจะเป็นผู้สอน ครูในทีมคนอื่นๆ จะเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการคิดของนักเรียน การเรียน การเข้าร่วมพฤติกรรมฯ
- 3) การอภิปรายบทเรียน (Lesson Discussion) แลกเปลี่ยนและวิเคราะห์ข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาจากบทเรียนวิจัย หลักฐานที่แสดงว่านักเรียนได้เรียนรู้และการพัฒนาได้รับการสนับสนุนคืออะไร สิ่งที่น่าไปใช้ในบทเรียนและการสอนที่ควรถูกพิจารณาคืออะไร
- 4) การสรุปเกี่ยวกับการเรียนรู้ (Consolidation of Learning) ถ้าจำเป็น ชัดเจน สอนใหม่อีกครั้งและศึกษาอีกครั้ง เขียนรายงานที่รวมแผนการจัดการเรียนรู้ ข้อมูลนักเรียน และการสะท้อนผลถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้

ต่อมาในปี 2011 Lewis & Hurd (2011) ได้ปรับรายละเอียดวงจรการทำงานตามขั้นตอนการศึกษาชั้นเรียนขึ้นมาใหม่ดังนี้

- 1) ศึกษาหลักสูตรและกำหนดเป้าหมาย (Study Curriculum and Formulate Goals) พิจารณาเป้าหมายระยะยาวสำหรับการพัฒนาและการเรียนรู้ของนักเรียน ศึกษาหลักสูตรและมาตรฐาน กำหนดหัวข้อที่สนใจ
- 2) การวางแผน (Plan) เลือกหรือปรับบทเรียนวิจัย เขียนแผนการสอน ที่รวมเป้าหมายระยะยาว คาดการณ์การคิดของนักเรียน เก็บรวบรวมข้อมูลแผน รูปแบบวิธีการเรียนรู้ เหตุผลในการเลือกวิธีการ
- 3) การสอนบทเรียนวิจัย (Conduct Research Lesson) สมาชิกในทีมหนึ่งคนเป็นผู้สอน บทเรียนวิจัย สมาชิกคนอื่นๆ เป็นผู้สังเกตและรวบรวมข้อมูล
- 4) การสะท้อนผล (Reflect) การสนทนาเกี่ยวกับบทเรียนอย่างเป็นทางการผู้สังเกตต้องแลกเปลี่ยนข้อมูลจากบทเรียน ใช้ข้อมูลเพื่อแสดงให้เห็นถึงการเรียนรู้ของผู้เรียน เนื้อหาสาระการออกแบบหน่วยและบทเรียน และประเด็นต่างๆ ไปของการเรียนการสอน การจัดทำเอกสารของวงจรเพื่อสรุปและนำไปสู่การเรียนรู้ คำถามใหม่ที่ใช้ในวงจรถัดไปของการศึกษาชั้นเรียน



ภาพที่ 1 แสดงวงจรการศึกษาชั้นเรียนตามแนวคิดของ Lewis & Hurd (2011)



4. แนวคิดของนักเรียน (Student's Ideas)

Okazaki (2010) ได้เสนอความคิดเห็นเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียนไว้ดังนี้
เนื่องจากแนวคิดสำคัญของบทเรียนในญี่ปุ่นคือ การที่ครูรวบรวมและใช้ประโยชน์จากแนวคิดของนักเรียน (student's idea) มาใช้ในการปฏิบัติการสอนบทเรียนของครู ถึงแม้ว่า แนวคิดของนักเรียนนั้นจะมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นก็ตาม ดังนั้น ครูจึงต้องพิจารณาให้ได้ว่าแนวคิดต่างๆ ของนักเรียนนั้นจะเชื่อมโยงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียนอย่างไร นอกจากนี้ ยังได้กล่าวไว้อีกด้วยว่า การจะให้นักเรียนมีมุมมองที่สร้างสรรค์ในการมองคณิตศาสตร์และคณิตศาสตร์ศึกษาก็ขึ้นอยู่กับการสอนด้วย นั่นคือ การสอนอยู่เบื้องหลังที่ทำให้เกิดมุมมองแบบต่างๆ ได้ ดังนั้นการสอนควรจะเป็นการสอนที่นำแนวคิดของนักเรียนไปใช้ในการสอน

Shimizu (2010) ได้เสนอลักษณะของบทเรียนที่ดีไว้ว่ามีลักษณะดังต่อไปนี้

- (1) นักเรียนได้เริ่มต้นการแก้ปัญหาด้วยตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมหรือกรณีเฉพาะ
- (2) นักเรียนได้นำเสนอปัญหาของตนเองและค้นพบแบบรูป/เหตุผลด้วยตนเอง
- (3) นักเรียนได้นำเสนอปัญหาใหม่จากปัญหาเดิมโดยอยู่บนพื้นฐานของแบบรูป/เหตุผลที่

นักเรียนค้นพบ

- (4) ครูได้คุณค่ากับการอธิบายของนักเรียน การแสดงออกของนักเรียน และแผนภาพที่

นักเรียนใช้

- (5) การสื่อสารของนักเรียนและแนวคิดของนักเรียนมีบทบาทสำคัญในบทเรียนนั้น

- (6) บทเรียนนั้นมีความก้าวหน้าจากการเปรียบเทียบ/ศึกษาแนวคิดและวิธีการของนักเรียน

ในการแก้ปัญหา

5. เนื้อหาด้านจำนวนและการดำเนินการ เรขาคณิตและการวัด

โครงการวิจัยนี้มีเครื่องมือหลักที่สำคัญคือหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ของประเทศญี่ปุ่นที่แปลเป็นภาษาไทยโดยความร่วมมือของศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น กับ CRICED, University of Tsukuba หนังสือเรียนนี้ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างสถานการณ์ปัญหาและสร้างสื่อ ลำดับต่อไปจะนำเสนอตารางการวิเคราะห์สาระหลักของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 เปรียบเทียบกับเนื้อหาที่ปรากฏในหนังสือเรียนที่ใช้ในโครงการการพัฒนาวิชาชีพครูโดยใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดเพื่อแสดงให้เห็นว่าหนังสือเรียนที่นำมาใช้อาศัยอยู่ในมาตรฐานหลักสูตรในเรื่องใดบ้าง ดังตารางที่ 1 และตารางที่ 2



ตารางที่ 1 แสดงการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้เรื่องจำนวนและการดำเนินการจากหนังสือเรียนคณิตศาสตร์
ญี่ปุ่นเปรียบเทียบกับหลักสูตรแกนกลาง

ระดับชั้น	สาระหลักของหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551	เนื้อหาด้านต่างๆ ของหนังสือเรียน คณิตศาสตร์ในโครงการฯ
ป.1	มาตรฐาน ค.1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง	
	1. เขียนและอ่านตัวเลขฮินดูอารบิก และตัวเลขไทยแสดงปริมาณของสิ่งหรือจำนวนนับไม่เกินหนึ่งร้อย และศูนย์	ป.1 1. จำนวนไม่เกิน 10 7. จำนวนที่มากกว่า 10 12. จำนวนที่มีค่ามาก
	2. เปรียบเทียบและเรียงลำดับจำนวนนับไม่เกินหนึ่งร้อย และศูนย์	ป.1 3. ลำดับของจำนวน
	มาตรฐาน ค.1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา	
	1. บวก ลบ และบวก ลบระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งร้อยและศูนย์ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ 2. วิเคราะห์และหาคำตอบของโจทย์ปัญหาและโจทย์ปัญหาระคนของจำนวนนับไม่เกินหนึ่งร้อย และศูนย์ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ	ป.1 4. การบวก (1) 5. การลบ (1) 8. การบวก (2) 9. การลบ (2) 10. บวกหรือลบเอ่ย 12. จำนวนที่มีค่ามาก (การบวกและการลบ)
	ไม่มีระบุในสาระหลัก	ป.1 2. เท่าไรกับเท่าไร
ป.2	มาตรฐาน ค. 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและกาใช้จำนวนในชีวิตจริง	
	1. เขียนและอ่านตัวเลขฮินดูอารบิกตัวเลขไทย และตัวหนังสือแสดงปริมาณของสิ่งของหรือจำนวนนับที่ไม่เกินหนึ่งพันและศูนย์	ป.1 12. จำนวนที่มีค่ามาก (จำนวนที่มากกว่า 100)
	2. เปรียบเทียบและเรียงลำดับจำนวนนับไม่เกินหนึ่งพันและศูนย์	ป.2 เล่ม 1 2. จำนวนไม่เกิน 1000 (จำนวนที่มากกว่า 100)
	มาตรฐาน ค.1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา	
	1. บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ หาร	ป.2 เล่ม 1



ระดับชั้น	สาระหลักของหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551	เนื้อหาด้านต่างๆ ของหนังสือเรียน คณิตศาสตร์ในโครงการฯ
	ระคนของจำนวนนับ ไม่เกินหนึ่งพันและ ศูนย์พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผล ของคำตอบ	2. จำนวนไม่เกิน 1000 (การบวก และการลบ) 3. การบวกในแนวตั้ง 4. การลบในแนวตั้ง 7. การบวกและการลบ (1)
	2. วิเคราะห์และหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และโจทย์ปัญหาระคน ของจำนวนนับไม่เกิน หนึ่งพันและศูนย์พร้อมทั้งตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของคำตอบ	ป.2 เล่ม 2 9. การคูณ (1) 10. การคูณ (2) 11. การคูณ (3) 12. การคูณ (4) 16. การบวกและการลบ (2)
		ป.3 เล่ม 1 8. การหาร
	ไม่มีระบุในสาระหลัก	ป.2 เล่ม 1 1. ตารางและแผนภูมิ
ป.3	มาตรฐาน ค.1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิต จริง	
	1. เขียนและอ่านตัวเลขฮินดูอารบิกตัวเลข ไทย และตัวหนังสือแสดงปริมาณของสิ่งของ หรือจำนวนนับที่ไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์	ป.2 14. จำนวนที่มากกว่า 1000
	2. เปรียบเทียบและเรียงลำดับจำนวนนับ ไม่เกินหนึ่งแสนและศูนย์	ป.3 เล่ม 2 10. จำนวนที่มีค่ามาก (หลักสิบ พัน)
	มาตรฐาน ค.1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ ระหว่างการดำเนินการต่างๆ และใช้การดำเนินการในการแก้ปัญหา	
	1. บวก ลบ คูณ หาร และบวก ลบ คูณ หาร ระคนของจำนวนนับ ไม่เกินหนึ่งแสนและ ศูนย์พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผล ของคำตอบ	ป.3 เล่ม 1 1. การบวกและการลบ 2. การคูณ 3. การคูณในแนวตั้ง
	2. วิเคราะห์และหาคำตอบของโจทย์ปัญหา และโจทย์ปัญหาระคน ของจำนวนนับไม่เกิน หนึ่งแสนและศูนย์พร้อมทั้งตระหนักถึงความ สมเหตุสมผลของคำตอบ และสร้างโจทย์ได้	ป.3 เล่ม 2 8. การหาร 12 การคูณเลข 2 หลัก
ระดับชั้น	สาระหลักของหลักสูตรแกนกลางการศึกษา	เนื้อหาด้านต่างๆ ของหนังสือเรียน



ระดับชั้น	สาระหลักของหลักสูตรแกนกลางการศึกษา ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551	เนื้อหาต่างๆ ของหนังสือเรียน คณิตศาสตร์ในโครงการฯ
	ขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551	คณิตศาสตร์ในโครงการ
	ไม่มีระบุในสาระหลัก	ป.3 เล่ม 2 10. จำนวนที่มีค่ามาก (โครงสร้าง ของจำนวนที่มีค่ามาก)
		ป.3 เล่ม 2 10. จำนวนที่มีค่ามาก (10 เท่า 100 เท่า และการหารด้วย 10)
		ป.3 เล่ม 2 11. การหารเหลือเศษ

ตารางที่ 2 แสดงการวิเคราะห์สาระการเรียนรู้เรื่องการวัดจากหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ญี่ปุ่นเปรียบเทียบกับ
หลักสูตรแกนกลาง

ระดับชั้น	สาระหลักของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	เนื้อหาต่างๆ ของหนังสือเรียน คณิตศาสตร์ในโครงการ
ป.1	มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด 1. บอกความยาวน้ำหนัก ปริมาตรและความจุโดยใช้ หน่วยที่ไม่ใช่หน่วยมาตรฐาน 2. บอกช่วงเวลา จำนวนวัน และชื่อวันในสัปดาห์ มาตรฐาน ค 2.2 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด ไม่ระบุในสาระหลัก	เนื้อหาต่างๆ ของหนังสือเรียน คณิตศาสตร์ในโครงการ ป.1 11. เปรียบเทียบความยาว ป.2 เล่ม 1 8. ความยาว (1) ป.2 หน่วยที่ 6. การบอกเวลา ป.3 เล่ม 1 หน่วยที่ 4.. เวลาและชั่วโมง ป.1 หน่วยที่ 11.. เปรียบเทียบความยาว (โดย ใช้แถบกระดาษ)
ป.2	มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด 1. บอกความยาวเป็นเมตร และเซนติเมตร และ เปรียบเทียบความยาวในหน่วยเดียวกัน	ป.1 11. เปรียบเทียบความยาว ป.2 เล่ม 1 8. ความยาว (1) ป.2 เล่ม 2



		13. ความยาว (2)
	2. บอกน้ำหนักเป็นกิโลกรัมและขีด และเปรียบเทียบน้ำหนักในหน่วยเดียวกัน	ป.3 เล่ม 2 13. น้ำหนัก
	3. บอกปริมาตรและความจุเป็นลิตร และเปรียบเทียบปริมาตรและความจุ	ป.3 เล่ม 1 7. ปริมาณน้ำ
	4. บอกจำนวนเงินทั้งหมดจากเงินเหรียญและธนบัตร	นำไปบูรณาการในสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ
	5. บอกเวลาบนหน้าปัดนาฬิกา(ช่วง 5 นาที)	ป.3 เล่ม 1
	6. บอกวัน เดือน ปี จากปฏิทิน	4. เวลาและชั่วโมง
	มาตรฐาน ค 2.2 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด	
	1. แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว การชั่ง การตวง และเงิน	ป.2 เล่ม 1 8. ความยาว (1)
ระดับชั้น	สาระหลักของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	เนื้อหาต่างๆ ของหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ในโครงการ
		ป.2 เล่ม 2 13. ความยาว (2)
		ป.3 เล่ม 2 13. น้ำหนัก
ป.3	มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด	
	1. บอกความยาวเป็น เมตร และเซนติเมตรและมิลลิเมตรเลือกเครื่องวัดที่เหมาะสมและเปรียบเทียบความยาว	ป.3 เล่ม 1 6. ความยาว
	2. บอกน้ำหนักเป็นกิโลกรัมและขีดเลือกเครื่องชั่งที่เหมาะสม และเปรียบเทียบน้ำหนัก	ป.3 เล่ม 2 13. น้ำหนัก
	3. บอกปริมาตรและความจุเป็นลิตร มิลลิลิตร เลือกเครื่องตวงที่เหมาะสมและเปรียบเทียบปริมาตรและความจุในหน่วยเดียวกัน	ป.3 เล่ม 1 7. ปริมาณน้ำ
	4. บอกเวลาบนหน้าปัดนาฬิกา(ช่วง 5 นาที)อ่านและเขียนบอกเวลาโดยใช้จุด	ป.3 เล่ม 1 4. เวลาและชั่วโมง
	5. บอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาว น้ำหนัก และเวลา	ป.3 เล่ม 1 4. เวลาและชั่วโมง 6. ความยาว
		ป.3 เล่ม 2 13. น้ำหนัก



	6. อ่านและเขียนจำนวนเงินโดยใช้จุด	นำไปบูรณาการในสาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ
	มาตรฐาน ค 2.2 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด	
	1. แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาวการชั่ง การตวงเงิน และเวลา	ป.3 เล่ม 1 4. เวลาและชั่วโมง 6. ความยาว
		ป.3 เล่ม 2 13. น้ำหนัก
	2. อ่านและเขียนบันทึกการรับ รายจ่าย	นำไปบูรณาการในสาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น
	3. อ่านและเขียนบันทึกกิจกรรมหรือเหตุการณ์ที่ระบุเวลา	ป.3 เล่ม 1
ระดับชั้น	สาระหลักของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	เนื้อหาต่างๆ ของหนังสือเรียนคณิตศาสตร์ในโครงการ
		6. ความยาว
ป.4	มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด	
	1. บอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาว น้ำหนัก ปริมาตรหรือความจุ และเวลา	ป.3 เล่ม 1 4. เวลาและชั่วโมง 7. ปริมาณน้ำ
		ป.3 เล่ม 2 13. น้ำหนัก
		ป.6 เล่ม 1 5. ปริมาตร
	2. หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ป.4 เล่ม 2 9. พื้นที่
	3. บอกเวลาบนหน้าปัดนาฬิกาอ่านและเขียนบอกเวลาโดยใช้จุด และบอกระยะเวลา	ป.3 เล่ม 1 4. เวลาและชั่วโมง
	4. คาดคะเนความยาว น้ำหนัก ปริมาตรหรือความจุ	ป.3 เล่ม 2 13. น้ำหนัก
		ป.3 เล่ม 1 7. ปริมาณน้ำ
		ป.6 เล่ม 1 5. ปริมาตร
	มาตรฐาน ค 2.2 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด	



	1. แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว การชั่ง การตวง เงิน และเวลา	ป.3 เล่ม 1 4. เวลาและชั่วโมง 6. ความยาว
	2. เขียนบันทึก รายรับ รายจ่าย	ป.3 เล่ม 2 13. น้ำหนัก
	3. อ่านและเขียนบันทึกกิจกรรมหรือเหตุการณ์ที่ระบุ เวลา	ป.3 เล่ม 1 4. เวลาและชั่วโมง
	2. เขียนบันทึก รายรับ รายจ่าย	นำไปบูรณาการในสาระที่ 5 การวิเคราะห์ ข้อมูลและความน่าจะเป็น
ป.5	มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด	
ระดับชั้น	สาระหลักของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	เนื้อหาด้านต่างๆ ของหนังสือเรียน คณิตศาสตร์ในโครงการ
	1. บอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดปริมาตรหรือ ความจุ	ป.6 เล่ม 1 5. ปริมาตร
	2.หาความยาวรอบรูป ของรูปสี่เหลี่ยม รูปสามเหลี่ยม	ป.5 เล่ม 2
	3.หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากและรูปสามเหลี่ยม	8. พื้นที่ของรูป
	4. วัดขนาดของมุม	ป.4 เล่ม 1 6. มุม
	5. หาปริมาตรหรือความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก	ป.6 เล่ม 1 5. ปริมาตร
	มาตรฐาน ค 2.2 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด	
	1. แก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ความยาวรอบรูปของรูป สี่เหลี่ยม มุมฉากและรูปสามเหลี่ยม	ป.5 เล่ม 2 8. พื้นที่ของรูป
ป.6	มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด	
	1. อธิบายเส้นทางหรือบอกตำแหน่งของสิ่งต่างๆ โดย ระบุทิศทางและระยะทางจริงจากรูปภาพแผนที่ และ แผนที่	ป.3 เล่ม 1 6. ความยาว
	2. หาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม	
	3. หาความยาวรอบรูป และพื้นที่ของรูปวงกลม	ป.5 เล่ม 2 10. วงกลม
	มาตรฐาน ค 2.2 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด	
	1. แก้ปัญหาเกี่ยวกับพื้นที่ความยาวรอบรูปของรูป สี่เหลี่ยม	ป.4 เล่ม 2 9. พื้นที่



	และรูปวงกลม	ป.5 เล่ม 2 10. วงกลม
	2. แก้ปัญหาเกี่ยวกับปริมาตรและความจุของทรง สี่เหลี่ยม มุมฉาก	ป.6 เล่ม 1 5. ปริมาตร
	3. เขียนแผนผังแสดงตำแหน่งของสิ่งต่าง ๆ และ แผนผังแสดงเส้นทางการเดินทาง	ป.3 เล่ม 1 6. ความยาว
	ไม่ระบุในสาระหลัก	ป.6 เล่ม 1 6. การวัดต่อหน่วย



บทที่ 3 ระเบียบวิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การวิจัย ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังต่อไปนี้

1. การกำหนดกลุ่มเป้าหมาย

การกำหนดกลุ่มเป้าหมายอยู่ในระยะที่ 1 ของการวิจัย (มิถุนายน-สิงหาคม 2556) ซึ่งเป็นช่วงระยะเวลาในการรับสมัครนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่สนใจทำงานวิจัยในชั้นเรียนเกี่ยวกับแนวคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเนื้อหาทางด้านจำนวนและการดำเนินการ เรขาคณิตและการวัด จากการรับสมัครกลุ่มเป้าหมายตามความสมัครใจ ทำให้ได้กลุ่มเป้าหมายดังต่อไปนี้

1) นักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา ที่เข้าร่วมในโครงการวิจัยด้วยความสมัครใจจำนวนที่ปฏิบัติการสอนในโรงเรียนที่ใช้วัตรกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด จำนวน 38 คน นักศึกษากลุ่มเป้าหมายได้เรียนรู้เกี่ยวกับวัตรกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดผ่านรายวิชาต่างๆ ในระหว่างที่ศึกษาในระดับชั้นปีที่ 1-4 อาทิเช่น รายวิชากระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน รายวิชาการจัดประสบการณ์การเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับการศึกษาขั้นพื้นฐานช่วงชั้นที่ 1-2 เป็นต้น และในชั้นปีที่ 5 นักศึกษากลุ่มเป้าหมายได้ดำเนินการสอนโดยใช้วัตรกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดตลอดระยะ 1 ปีการศึกษา

2) กลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักเรียน ประกอบด้วย

- นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 (22 คน) เป็นนักเรียนที่ได้เรียนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่สอนโดยนักศึกษากลุ่มเป้าหมายตลอดระยะเวลา 1 ปีการศึกษา
- ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 (43 คน) เป็นนักเรียนที่ได้เรียนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดตั้งแต่ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 และสอนโดยนักศึกษากลุ่มเป้าหมายตลอดระยะเวลา 1 ปีการศึกษา
- ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (17 คน) เป็นนักเรียนที่ได้เรียนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดในระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น และในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรียนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่สอนโดยนักศึกษากลุ่มเป้าหมายตลอดระยะเวลา 1 ปีการศึกษา
- ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (74 คน) เป็นนักเรียนที่ได้เรียนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดในระดับชั้นประถมศึกษาตอนต้น และในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรียนคณิตศาสตร์โดยใช้วิธีการแบบเปิดที่สอนโดยนักศึกษากลุ่มเป้าหมายตลอดระยะเวลา 1 ปีการศึกษา

2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1) แบบบันทึกการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ แบบบันทึกนี้สร้างโดยศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา เพื่อนำมาทดลองใช้กับครูในโครงการการพัฒนาวิชาชีพครูโดยใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดตั้งแต่ปี 2552 และมีการปรับให้เหมาะสมกับการนำมาใช้กับกลุ่มเป้าหมายมากยิ่งขึ้น

2) เครื่องบันทึกวีดิทัศน์และกล้องถ่ายภาพหนึ่งเป็นอุปกรณ์หลักในการบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นในตลอดขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูล

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล ดำเนินการดังต่อไปนี้

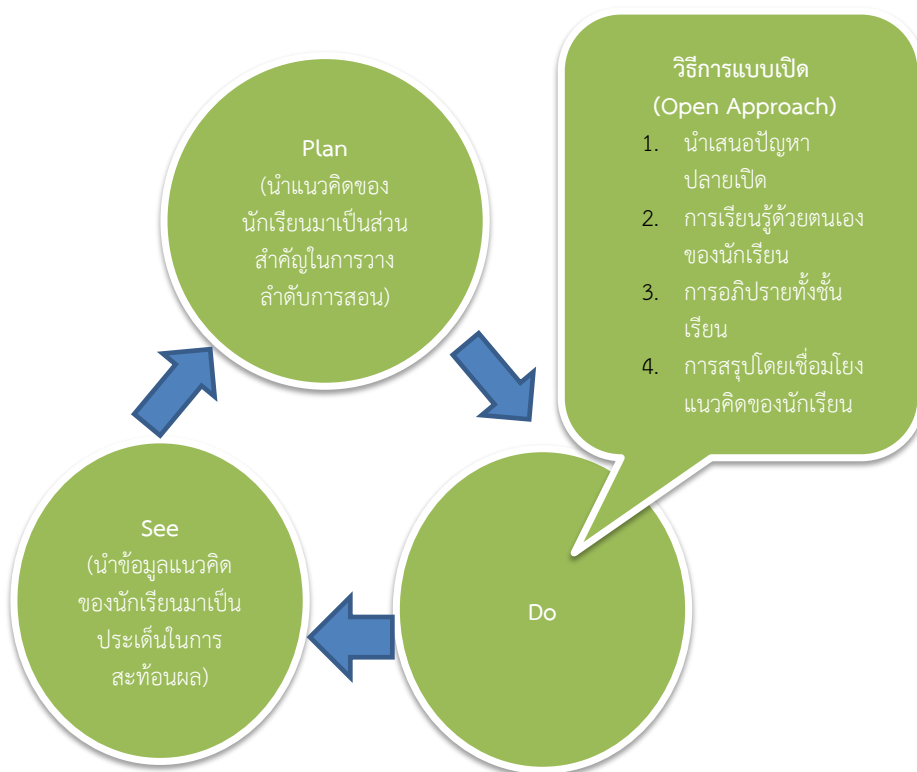
ระยะที่ 1 เดือน มิถุนายน – สิงหาคม 2556 กำหนดกลุ่มเป้าหมายโดยการรับสมัครนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาที่สมัครใจเข้าร่วมโครงการ จากนั้นประชุมเพื่อชี้แจงการดำเนินงานร่วมกับกลุ่มเป้าหมายและผู้ช่วยวิจัย

ระยะที่ 2 เดือนสิงหาคม 2556- มกราคม 2557 เก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนของการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดดังแผนภาพที่ 2 ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน โดยครูประจำการที่เป็นครูพี่เลี้ยงร่วมสร้างแผนการจัดการเรียนรู้กับนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษา เครื่องมือที่เก็บรวบรวมข้อมูลคือแบบบันทึกการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ของญี่ปุ่นฉบับแปลเป็นภาษาไทยโดยความร่วมมือระหว่างศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ร่วมกับศูนย์ CRICED, University of Tsukuba ประเทศญี่ปุ่น

ขั้นที่ 2 การสังเกตการสอนร่วมกัน โดยนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาเป็นผู้สอนตามแผนที่ได้สร้างร่วมกับครูประจำการ ครูประจำการทำหน้าที่เป็นผู้สังเกตการณ์สอน ในขั้นตอนนี้จะมีการบันทึกวีดิทัศน์การสอนในชั้นเรียนและบันทึกภาพนิ่งผลงานของนักเรียนและบรรยากาศในชั้นเรียน

ขั้นที่ 3 การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน โดยนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาเป็นผู้สะท้อนผลเกี่ยวกับเป้าหมายการจัดการเรียนรู้ และแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น รวมทั้งประเด็นที่คิดว่าควรปรับแก้ในครั้งต่อไป ครูประจำการสะท้อนผลเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน



ภาพที่ 2 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัยโดยปรับจากวงจรการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

(Inprasitha, 2010;2011)



4. การวิเคราะห์ข้อมูล

1) ข้อมูลที่นำมาวิเคราะห์ ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ ผลงานการเขียนแสดงแนวคิดของนักเรียน
 โปรโตคอลการจัดการเรียนการสอน โปรโตคอลการสะท้อนผล

2) การวิเคราะห์ข้อมูล

- การวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และการ
 พรรณนาวิเคราะห์ ตามกรอบแนวคิดการประเมินแนวทางคำตอบของนักเรียนที่พัฒนาโดย Nohda (1998
 อ้างถึงในไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2557) โดยมีเกณฑ์ดังต่อไปนี้ 1) จำนวนของคำตอบหรือแนวทางในการ
 แก้ปัญหาที่นักเรียนแต่ละคนสร้างขึ้นมีมากน้อยเพียงใด 2) ความแตกต่างของแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่
 นักเรียนแต่ละคนค้นพบมีมากน้อยเพียงใด 3) ระดับของความเป็นต้นแบบหรือแนวคิดริเริ่มของนักเรียนอยู่
 ระดับไหน และ 4) ระดับของการนำเสนอแนวคิดของนักเรียนมีความชัดเจนและง่ายเพียงใด
- การวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis) และ
 การพรรณนาวิเคราะห์ ตามกรอบการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด

บทที่ 4 ผลการวิจัย

4.1 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนเรื่องจำนวนและการดำเนินการ เรขาคณิต และการวัดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา

ชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดของนักเรียนมาเป็นส่วนสำคัญนั้น เมื่อวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นทั้งในเนื้อหาจำนวนและการดำเนินการ เรขาคณิต และการวัดพบว่าแนวคิดที่เกิดขึ้นนั้นมีความหลากหลายของคำตอบ (Fluency) มีความแตกต่างของแนวคิด (Flexibility) และในการแก้ปัญหาบางสถานการณ์ปัญหาพบความเป็นต้นแบบ (Originality) และในส่วนของระดับการนำเสนอแนวคิด (Elegance) นั้น มีการนำเสนอในระดับที่สามารถทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ ดังตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

4.1.1 แนวคิดของนักเรียนเรื่องจำนวนและการดำเนินการที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหา

4.1.1.1 หน่วยการเรียนรู้เรื่องการบวกจำนวนที่มีผลลัพธ์เกินสิบ

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 22 คน จาก 2 โรงเรียน พบว่านักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 สามารถแสดงความเข้าใจของตนเองที่มีต่อการบวกโดยการแสดงแนวคิดออกมาได้อย่างหลากหลาย และมีความแตกต่าง ดังต่อไปนี้ 1. แนวคิดเรื่องเพิ่มขึ้นโดยการใช้นับทีละ 1 และการนับเพิ่ม 2. แนวคิดเรื่องการนำมารวมกันโดยการวาดภาพแทนบล็อกและแสดงลูกศรเป็นเครื่องหมายแทนการนำมารวมกัน 3. แนวคิดเรื่องการทำให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ 4. แนวคิดเรื่องการทำให้เป็นสิบโดยการวาดตารางบล็อกสิบ 5. แนวคิดเรื่องการรวมจำนวนและแยกจำนวนเพื่อทำให้เป็นสิบโดยการวาดไดอะแกรม โดยแนวคิดที่ถือว่าเป็นต้นแบบคือ การทำให้เป็นสิบโดยการวาดตารางบล็อกสิบ และการรวมจำนวนและแยกจำนวนเพื่อทำให้เป็นสิบโดยการวาดไดอะแกรม ซึ่งในการนำเสนอแนวคิดของนักเรียนผ่านการเขียนนั้นมีความชัดเจน

ในการนำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูลจะนำเสนอผ่านสถานการณ์ปัญหาการบวกที่ผลลัพธ์มากกว่า 10 จำนวน 3 สถานการณ์ปัญหา ดังต่อไปนี้

สถานการณ์ปัญหาที่ 1



สถานการณ์ปัญหา: มีเด็ก 9 คน เล่นในกระบะทราย และมีเด็ก 4 คน กำลังเล่นกระดานสลับ มีเด็กทั้งหมดกี่คน
คำสั่ง ให้นักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์และแสดงวิธีการหาคำตอบให้ได้หลากหลายวิธีที่สุด

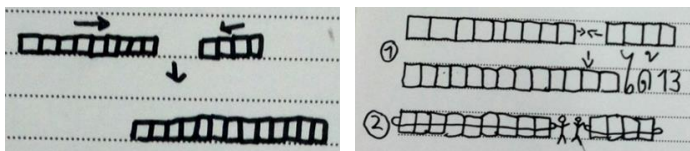
แนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

1. แนวคิดเรื่องการเพิ่มทีละ 1



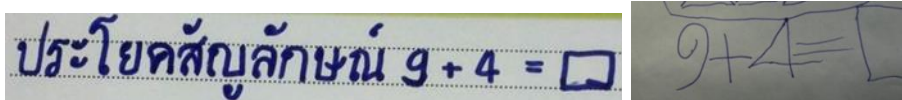
นักเรียนตีความหมายของโจทย์ได้ว่าเป็นการบวก ดังนั้นจึงใช้วิธีการนับเพิ่มทีละ 1 โดยเขียนตัวเลขกำกับภาพเด็กจนครบจำนวนเด็กทุกคน

2. แนวคิดเรื่องการนำมารวมกัน



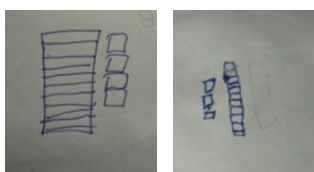
นักเรียนใช้บล็อกแทนจำนวนของเด็กที่เล่นในกระบะทรายจะได้จำนวน 9 บล็อก และใช้บล็อกแทนจำนวนของเด็กที่เล่นกระดานลื่น จะได้จำนวน 4 บล็อก จากนั้นจะเขียนลูกศรชี้เข้าหากัน คือเคลื่อนย้ายเข้ามาหากัน หรือนำมารวมกันจะเกิดเป็นจำนวนใหม่ซึ่งได้ทั้งหมดเท่ากับ 13 บล็อก นั่นคือนักเรียนจะหาคำตอบได้ว่ามีเด็กทั้งหมด 13 คน

3. แนวคิดเรื่องการใช้ประโยคสัญลักษณ์



การเขียนประโยคสัญลักษณ์เป็นแนวคิดที่นักเรียนเขียนลงในกระดานนำเสนอเพื่อเป็นการทำให้ครูเข้าใจว่าการหาจำนวนเด็กทั้งหมดนั้น นักเรียนรู้ว่าต้องนำมารวมกัน โดยใช้การบวก และเครื่องหมายบวก (+) ในประโยคสัญลักษณ์

4. การทำให้เป็นสิบ



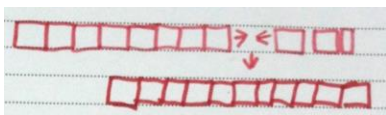
นักเรียนมีการวาดบล็อกและวางบล็อกแสดงแทนจำนวน 13 แต่ยังไม่มียุทธวิธีที่อธิบายถึงเหตุผลที่เขียนเช่นนั้น ในขั้นการอภิปรายร่วมกันทั้งชั้นเรียนครูจึงให้นักเรียนออกมาเลื่อนบล็อก 9 อัน และบล็อก 4 อัน เพื่อทำเป็น 13 ให้เหมือนที่นักเรียนวาดรูปลงในกระดานนำเสนอ นักเรียนได้อธิบายเพิ่มเติมขณะเลื่อนบล็อกว่า “ ต้องเลื่อนบล็อกอันใดอันหนึ่งมา อันไหนก็ได้ขอให้เป็น 1 (ชี้ไปที่บล็อก 4 อัน แล้วเลื่อน 1 อัน มาใส่กลุ่มบล็อก 9 อัน) ทำให้เต็ม 10 ก็จะรู้ว่าเป็น 13 ”

สถานการณ์ปัญหาที่ 2

ลองคุยกันว่าจะบวก $8 + 3$ อย่างไร



1.แนวคิดเรื่องการนำมารวมกัน



นักเรียนใช้บล็อกแทนจำนวนของ 8 และ 3 จากนั้นนำมารวมกัน จะได้คำตอบเท่ากับ 11 และวาดออกมาได้ดังรูป



การเขียนในลักษณะนี้เป็นการใช้บล็อกจำนวนแล้วใช้การวงกลมล้อมรอบบล็อกทั้งหมดแทนความหมายการบวก (การรวมกัน)

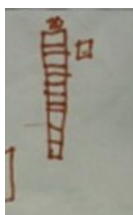


การเขียนบล็อกโดยมีเครื่องหมายบวก อยู่ตรงกลางระหว่างบล็อก 2 กลุ่ม ซึ่งให้ความหมายว่านำมารวมกัน คล้ายกับการเขียนประโยคสัญลักษณ์ แต่เปลี่ยนจากตัวเลขเป็นบล็อกที่มีจำนวนเท่ากับตัวเลขแทน

2.แนวคิดเรื่องการทำให้เป็น 10

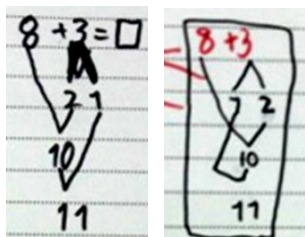


นักเรียนวาดบล็อก 8 อัน และบล็อก 3 อัน จากนั้นนักเรียนใช้การวงกลมล้อมรอบบล็อกโดยทำให้เป็น 10 (วงกลมให้บล็อก 8 อันกับบล็อก 2 อันอยู่ด้วยกัน)



นักเรียนใช้การเขียนบล็อกและวางบล็อกแสดงแทนผลรวมของบล็อกทั้งหมด

3. แนวคิดเรื่องการรวมจำนวนและแยกจำนวนเพื่อทำให้เป็นสิบโดยการวาดไดอะแกรม



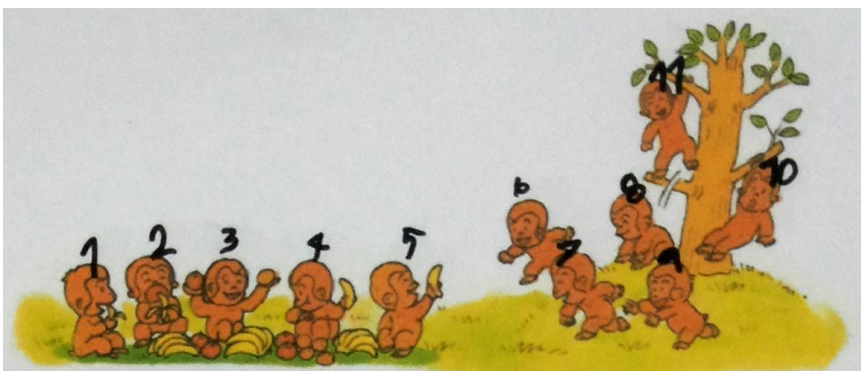
นักเรียนใช้ความรู้ในเรื่องของการแยกจำนวนเพื่อแก้ปัญหการบวก โดยทำให้เต็มสิบก่อนเพื่อความสะดวกในการคำนวณ โดยวิธีการนี้นักเรียนจะแยกตัวบวกออกเป็นสองจำนวน จากนั้นนำจำนวนที่แยกออกมาไปรวมกับตัวตั้งบวกเพื่อให้เต็มสิบ จากนั้นนำไปรวมกับจำนวนอีกหนึ่งจำนวนที่แยกออกมาจากตัวบวก

สถานการณ์ปัญหาที่ 3

มีลิงอยู่ 5 ตัว มาเพิ่มอีก 6 ตัว
มีลิงทั้งหมดกี่ตัว

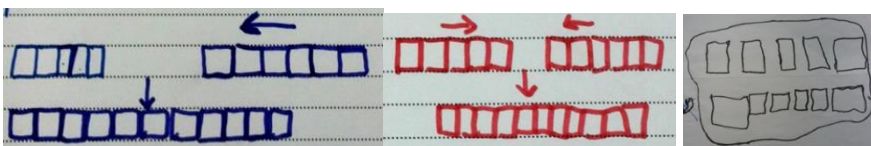


1. แนวคิดเรื่องการนับเพิ่มทีละ 1



นักเรียนใช้วิธีการเขียนตัวเลขที่รูปภาพลิงทีละตัวเพื่อหาจำนวนทั้งหมด นักเรียนใช้วิธีการนับต่อ เป็นการนับต่อจากตัวตั้งบวก โดยนับเพิ่มทีละหนึ่งตามจำนวนของตัวบวกจนครบ

2. แนวคิดเรื่องการนำมารวมกัน

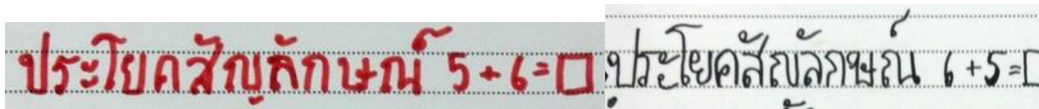


จากสถานการณ์ปัญหา เป็นการบวกที่มีความหมาย คือ การเพิ่มขึ้น หรือ การบวกที่มีความหมายจากการดำเนินการด้วยการนำจำนวนหนึ่งมารวมกับอีกจำนวนหนึ่งที่มีอยู่เดิม หรือเคลื่อนย้ายมารวมกับจำนวนที่มีอยู่



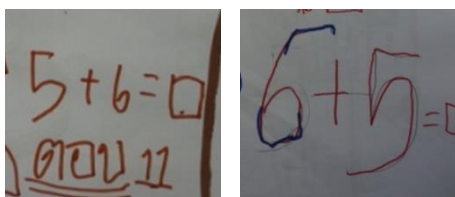
เดิมโดยที่นักเรียนจะวาดบล็อกจำนวน 5 บล็อก ซึ่งเป็นจำนวนของตัวตั้งบวก จากนั้นจะวาดบล็อกอีก 6 บล็อก ซึ่งเป็นจำนวนของตัวบวก แล้วเขียนลูกศรชี้เข้ามาหาตัวตั้งบวกแสดงถึงการเคลื่อนย้ายมารวมกับตัวตั้งบวก ส่วนการวาดบล็อกในผลงานของนักเรียนกลุ่มอื่น จะเป็นการบวกในความหมายของการนำมารวมกัน

3.แนวคิดเรื่องการใช้ประโยคสัญลักษณ์



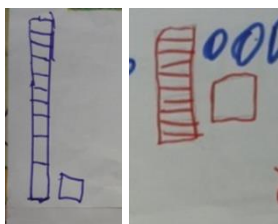
เมื่อนักเรียนอ่านสถานการณ์ปัญหานักเรียนจะเขียนประโยคสัญลักษณ์เป็น $5 + 6 = \square$ โดยให้เหตุผลว่า 5 คือจำนวนลิงที่มีอยู่แล้ว เรียกว่า ตัวตั้งบวก และ 6 คือจำนวนลิงที่เพิ่มเข้ามา เรียกว่า ตัวบวก แต่มีนักเรียน 1

กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 3 ที่เขียนประโยคสัญลักษณ์เป็น $6 + 5 = \square$ โดยนักเรียนให้เหตุผลว่า การบวกสามารถสลับที่ระหว่างตัวตั้งบวกและตัวบวกได้เนื่องจากคำตอบที่ได้มีค่าเท่ากัน



นักเรียนใช้การเขียนประโยคสัญลักษณ์ $5+6 =$ ในการหาจำนวนลิงทั้งหมด ซึ่งนักเรียนได้อธิบายว่า 5 คือ จำนวนลิงที่กินผลไม้แล้ว และ 6 คือ จำนวนลิงที่ป็นต้นไม้หรือลิงที่มาเพิ่ม และใช้เครื่องหมายบวกแสดงแทนการรวมกัน หรือการหาจำนวนลิงทั้งหมดที่มี จะเห็นได้ว่า นักเรียนคู่ที่ 1 เขียนประโยคสัญลักษณ์ว่า $6+5 =$ จากการสัมภาษณ์นักเรียน นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของจำนวนที่เขียนได้ แต่ นักเรียนไม่ได้เขียนประโยคสัญลักษณ์ตามลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น แต่นักเรียนคู่ที่ 3 และคู่ที่ 4 เขียนประโยคสัญลักษณ์ตามลำดับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ทั้งนี้ทั้งนักเรียนทั้งสามคู่เข้าใจตรงกันว่า การหาจำนวนลิงทั้งหมด คือ การนำลิงสองกลุ่มมารวมกัน และใช้เครื่องหมายบวกเพื่อแสดงการรวมกันในการเขียนประโยคสัญลักษณ์

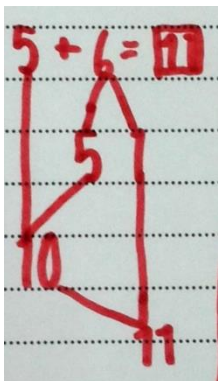
4.แนวคิดเรื่องการทำเป็นสิบ



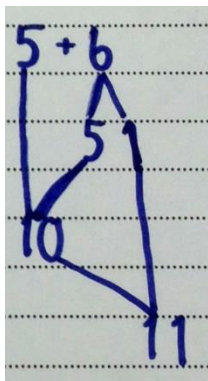
นักเรียนใช้การวาดแท่งบล็อก 1 แท่งและบล็อกหน่วย 1 อัน แสดงจำนวนลิงทั้งหมด ซึ่งนักเรียนกลุ่มที่ 2 ได้นำบล็อกไม้มาวางทับรูปลิงในกระดานนำเสนอ ก่อน แล้วจึงนำบล็อกมาใส่ในรางบล็อก ได้ 1 รางและเหลือเศษอีก 1 อัน นักเรียนจึงสรุปว่ามีลิงทั้งหมด 11 ตัว จากนั้นนักเรียนวาดภาพแท่งบล็อกและบล็อกหน่วย 1 อันลงในกระดานนำเสนอ ดังรูป

5. แนวคิดเรื่องการรวมจำนวนและแยกจำนวนเพื่อให้เป็นสิบโดยการวาดไดอะแกรม

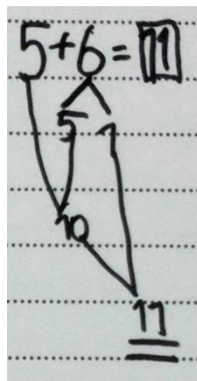
โดยวิธีการนี้นักเรียนจะแยกตัวบวกออกเป็นสองจำนวน จากนั้นนำจำนวนที่แยกออกมาไปรวมกับตัวตั้งบวกเพื่อให้เต็มสิบ จากนั้นนำไปรวมกับจำนวนอีกหนึ่งจำนวนที่แยกออกมาจากตัวบวก ดังนี้



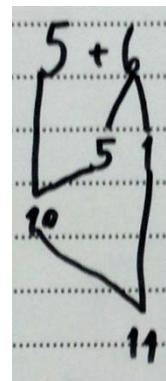
ผลงานจากกลุ่มที่ 1



ผลงานจากกลุ่มที่ 2



ผลงานจากกลุ่มที่ 4



ผลงานจากกลุ่มที่ 5

จะเห็นว่านักเรียนใช้วิธีการแยกตัวบวก คือ 6 แยกออกเป็น 5 กับ 1 จากนั้นนำ 5 ไปรวมกับตัวตั้งบวก คือ 5 เพื่อให้เต็ม 10 จากนั้นนำไปรวมกับอีกหนึ่งจำนวนที่แยกออกมาจากตัวบวกคือ 1 จะได้คำตอบคือ 11 ต่อไปเป็นผลงานของกลุ่มที่ 3 เนื่องจากนักเรียนเขียนประโยคสัญลักษณ์แตกต่างจากกลุ่มอื่น วิธีการแก้ปัญหาคำนวณโดยใช้วิธีการแยกตัวบวกจึงแตกต่างจากกลุ่มอื่น

จากตัวอย่างแนวคิดข้างต้นพบว่าแนวคิดที่ถือได้ว่าเป็นต้นแบบคือ แนวคิดเรื่องการทำให้เป็นสิบ และการใช้แนวคิดเกี่ยวกับการแยกจำนวนและการรวมจำนวนโดยวาดเป็นไดอะแกรม ซึ่งทำให้นักเรียนคนอื่นๆ ที่ห้องสามารถเห็นได้ชัดเจนและได้เรียนรู้ร่วมกับเพื่อนที่ออกมานำเสนอ

4.1.1.2 หน่วยการเรียนรู้เรื่องการคูณ

ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 43 คน ซึ่งเป็นชั้นเรียนที่ครูผู้สอนเป็นนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาและใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิดมาเป็นแนวทางในการพัฒนาการเรียนการสอนร่วมกับครูพี่เลี้ยงซึ่งเป็นครูประจำการ จากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่านักเรียนที่ยังไม่เคยเรียนเรื่องการคูณมาก่อนแต่นักเรียนสามารถแก้ปัญหาด้วยแนวคิดที่หลากหลาย และแตกต่างกัน โดยแยกเป็นแนวคิดเรื่อง 1) นับเพิ่มทีละ 1 2) เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์การบวก และ 3) การทำให้แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิกที่เท่ากัน แนวคิดที่เรียกได้ว่าเป็นต้นแบบคือแนวคิดที่ทำให้แต่ละกลุ่มมีจำนวนสมาชิกที่เท่ากันซึ่งเป็นแนวคิดที่สำคัญของการเรียนเรื่องการคูณ นอกจากนี้นักเรียนยังใช้การโยงเส้นเพื่อแสดงให้เห็นถึงการเคลื่อนย้ายซึ่งทำให้นักเรียนคนอื่นๆ สามารถเข้าใจได้ ดังตัวอย่างการวิเคราะห์ต่อไปนี้

สถานการณ์ปัญหาที่ 1

1. มีแอปเปิ้ลอยู่เท่าไร
2. มีโดนัทอยู่เท่าไร
3. จำนวนแอปเปิ้ลและโดนัทในแต่ละจานต่างกันเท่าไร



แนวคิดที่ 1 : นับเพิ่มขึ้นทีละ 1

นักเรียนใช้การนับเพิ่มขึ้นทีละ 1 ในการหาคำตอบ คือ นักเรียนจะสังเกตว่าในภาพจะมีสิ่งของที่เหมือนกันอยู่ทั้งหมดเท่าไรด้วยการนับทีละชิ้นไปเรื่อยๆจนครบทุกชิ้น โดยจะทำสัญลักษณ์ลงบนสิ่งของของตนเองนับแล้ว เช่น รอยขีด, จุด, และตัวเลข ดังภาพ



แนวคิดที่ 2 : เขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์การบวก

นักเรียนใช้ความรู้เรื่องประโยคสัญลักษณ์ของการบวกในการหาคำตอบ โดยจะสังเกตจากในแต่ละจานมีจำนวนสิ่งของอยู่เท่าไร และมีจำนวนสิ่งของเท่ากันทุกจานหรือไม่ แล้วจึงค่อยนำจำนวนดังกล่าวมาเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์การบวกตามจำนวนของจานที่มีอยู่ เช่น ในแต่ละจานมีเค้กอยู่ 2 ชิ้น จำนวน 8 จาน ดังนั้นมีทั้งหมด 16 ชิ้น นักเรียนจะแสดงแนวคิดโดยการบวกเพิ่มขึ้นทีละ 2 ดังนี้ $2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 + 2 = 16$ เป็นต้น ดังภาพ



แนวคิดที่ 3 : การทำให้แต่ละกลุ่มมีจำนวนสิ่งของที่เท่ากัน

นักเรียนใช้การสังเกตว่าถ้าจำนวนของสิ่งของที่แต่ละกลุ่มไม่เท่ากันนั้นจะทำให้ยุ่งยากในการนับมากกว่า สิ่งของทีในแต่ละกลุ่มมีจำนวนเท่าๆกันจึงเลือกที่จะทำเครื่องหมาย “วงกลมและโยงลูกศร” บนสิ่งของที่ต้องการย้ายไปยังอีกกลุ่มหนึ่ง ดังภาพ



แนวคิดนี้ถือว่าเป็นแนวคิดที่สำคัญมากเนื่องจากเป็นแนวคิดที่นักเรียนเห็นคุณค่าของการทำให้จำนวนของในแต่ละจานเท่ากันก่อนนั้น เป็นการนำไปสู่การหาจำนวนรวมทั้งหมดได้สะดวกขึ้น ซึ่งเป็นแนวคิดหลักของการเรียนรู้เรื่องการคูณของนักเรียน

4.1.2 แนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาเรื่องเรขาคณิต

การวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนในหน่วยการเรียนรู้เรื่อง รูปสี่เหลี่ยมต่างๆ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ใช้การศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด จำนวน 74 คน จากการแก้ปัญหานั้นพบว่า นักเรียนมีแนวคิดที่หลากหลายและมีความแตกต่างกันในทุกกิจกรรม ในส่วนของการเป็นต้นแบบนั้นพบในกิจกรรมการออกแบบพื้นที่ห้อง ดังตัวอย่างการวิเคราะห์ ต่อไปนี้

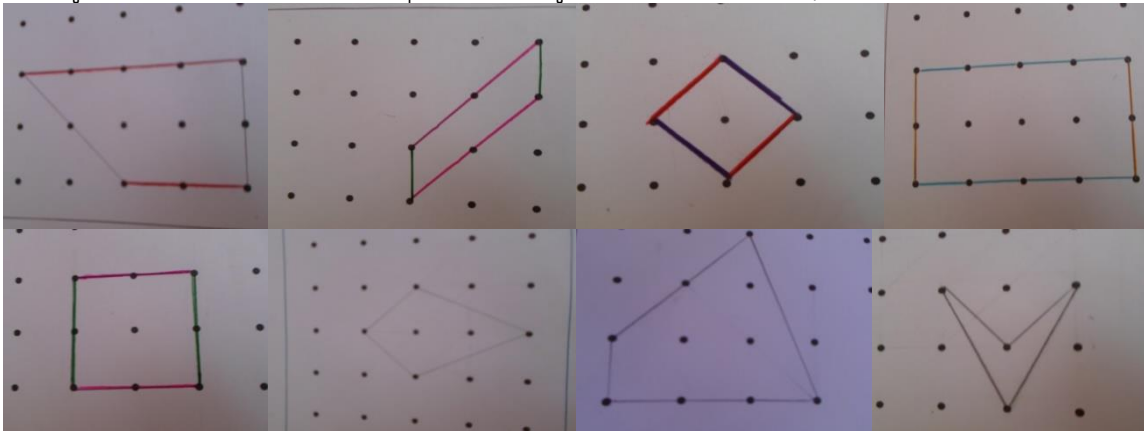
สถานการณ์ปัญหาที่ 1 กิจกรรม 4 เส้นมหัศจรรย์

เป้าหมายของบทเรียนในแต่ละคาบ

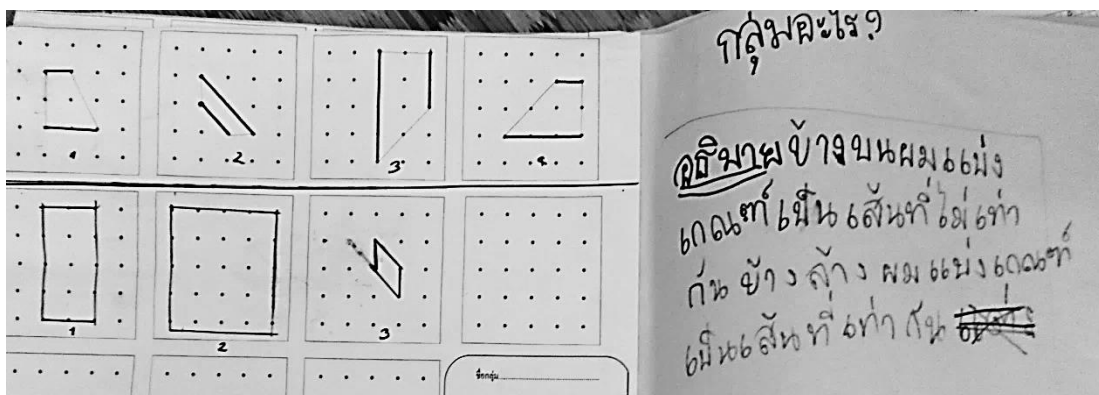
1. นักเรียนสามารถลากเส้นจำนวน 4 เส้นจากจุดต่างๆที่กำหนดให้ โดยให้เส้นทั้ง 4 มาตัดกัน
2. นักเรียนสามารถจัดกลุ่มรูปที่ได้จากการวาด พร้อมทั้งอธิบายวิธีการจัดกลุ่มได้

แนวคิดที่ 1 การแบ่งกลุ่มตามรูปร่างของรูปสี่เหลี่ยมต่างๆ

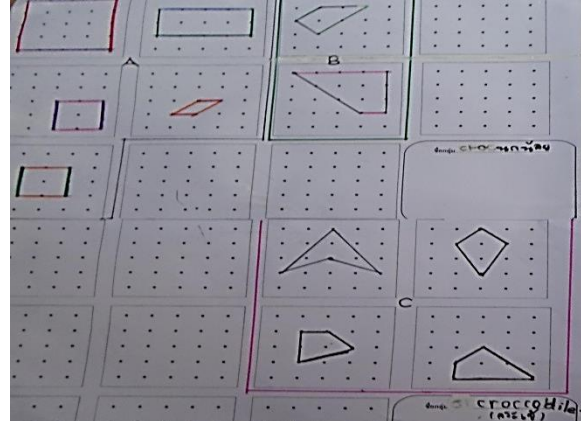
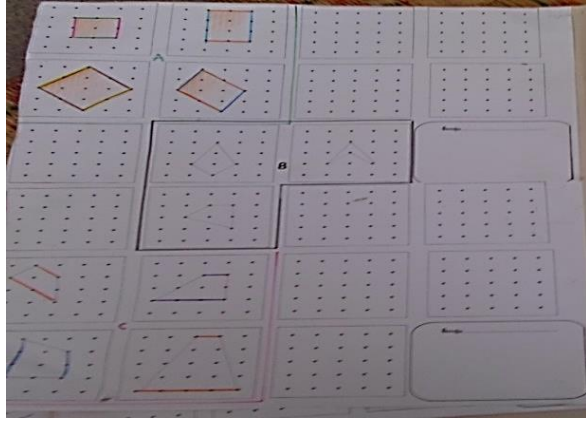
นักเรียนนำเส้น 4 เส้น มาสร้างเป็นรูปสี่เหลี่ยมต่างๆได้แก่ สี่เหลี่ยมคางหมู, สี่เหลี่ยมด้านขนาน, สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน, สี่เหลี่ยมผืนผ้า, สี่เหลี่ยมจัตุรัส, สี่เหลี่ยมรูปดาว และสี่เหลี่ยมใดๆ



แนวคิดที่ 2 การแบ่งกลุ่มโดยพิจารณาจากความยาวของแต่ละด้านของรูปสี่เหลี่ยมที่มีความยาวเท่ากันและไม่เท่ากัน



แนวคิดที่ 3 การแบ่งกลุ่มโดยพิจารณาจากเส้นขนาน แบ่งออกเป็นสามกลุ่ม คือ ด้านขนานกันทั้ง 2 คู่ ขนานกันเพียง 1 คู่ และไม่มีเส้นขนาน



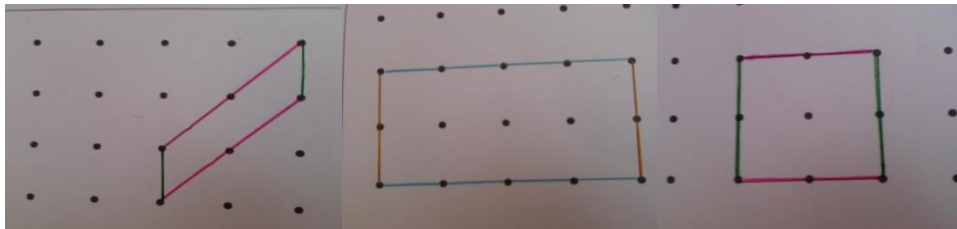
สถานการณ์ปัญหาปัญหาที่ 2 กิจกรรม สี่เหลี่ยมด้านขนาน

เป้าหมายของบทเรียนในแต่ละคาบ

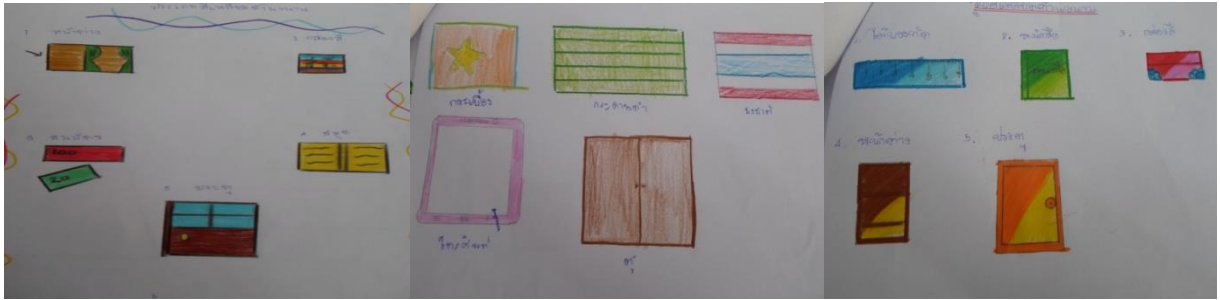
1. นักเรียนสามารถจัดกลุ่มรูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกันสองคู่ได้
2. นักเรียนสามารถบอกลักษณะ รูปร่างของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปที่มีด้านขนานกันสองคู่ได้

แนวคิดที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม

นักเรียนพิจารณารูปสี่เหลี่ยมใดบ้างที่มีด้านขนานกัน 2 คู่ มีแนวคิดที่เกิดขึ้น คือ นักเรียนจะเลือกรูปที่มีด้านขนานกัน 2 คู่ คือรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน สี่เหลี่ยมผืนผ้า และสี่เหลี่ยมจตุรัส



นักเรียนสังเกตสิ่งของที่อยู่ในชีวิตประจำวันว่ามีอะไรบ้างที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน มีแนวคิดที่เกิดขึ้น คือ ตู้และเตียง สมุดและหนังสือ คีย์บอร์ด สนามกีฬาฟุตบอล สนามบาส สนามเบตอง จอทีวี จอคอมพิวเตอร์ เป็นต้น



สถานการณ์ปัญหาที่ 3 กิจกรรม เส้นอะไรเอ่ย?

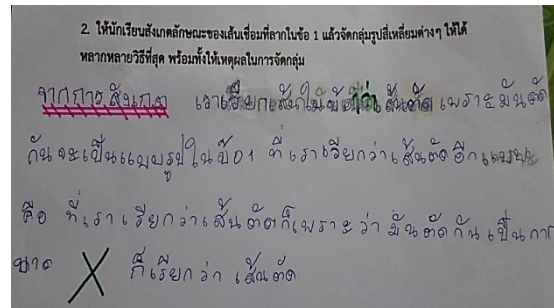
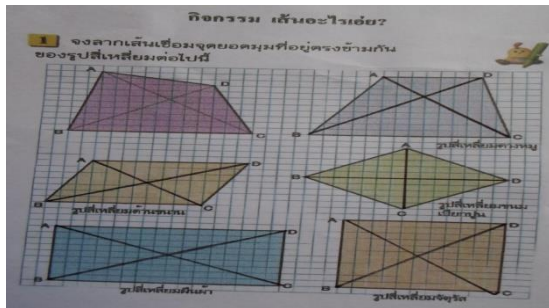
เป้าหมายของบทเรียนในแต่ละคาบ

1. นักเรียนสามารถบอกลักษณะของเส้นทแยงมุมได้
2. นักเรียนให้เหตุผลเพื่ออธิบายลักษณะของเส้นทแยงมุมจากรูปสี่เหลี่ยมแบบต่างๆได้

แนวคิดที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม

นักเรียนลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดยอดของมุมไปยังมุมที่อยู่ตรงกันข้าม พร้อมทั้งตั้งชื่อเส้นเชื่อมที่นักเรียนลากตัดกัน มีแนวคิดที่เกิดขึ้น คือ

- ลากเส้นทแยงมุมได้ และเรียกเส้นนั้นว่า “เส้นตัด” เพราะมันตัดกันเป็นกากบาท



นักเรียนสังเกตลักษณะของเส้นเชื่อมที่ลากในข้อ 1 แล้วจัดกลุ่มรูปสี่เหลี่ยมต่างๆ ให้ได้หลากหลายวิธีที่สุด พร้อมทั้งให้เหตุผลในการจัดกลุ่ม มีแนวคิดที่เกิดขึ้น คือ

- แบ่งตามลักษณะได้เป็น 2 กลุ่ม คือ มีความยาวเท่ากัน ได้แก่ สี่เหลี่ยมด้านขนาน สี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน สี่เหลี่ยมผืนผ้าและสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีความยาวไม่เท่ากัน ได้แก่ สี่เหลี่ยมคางหมู
- ดูจากลักษณะของเส้นทแยงมุม แบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ เส้นเอียง เส้นตรง และเส้นเอียงแต่มีความเท่ากัน

สถานการณ์ปัญหาที่ 4 กิจกรรมออกแบบพื้นห้อง

คำชี้แจง

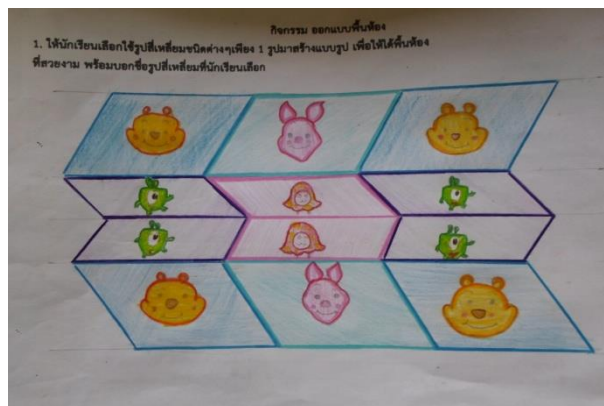
1. ให้นักเรียนเลือกใช้รูปสี่เหลี่ยมชนิดต่างๆเพียง 1 รูปมาสร้างแบบรูป เพื่อให้ได้พื้นห้องที่สวยงาม พร้อมบอกชื่อรูปสี่เหลี่ยมที่นักเรียนเลือก
2. อธิบายวิธีการสร้างแบบรูป

แนวคิดที่เกิดขึ้นจากการทำกิจกรรม

1. ให้นักเรียนเลือกใช้รูปสี่เหลี่ยมชนิดต่างๆเพียง 1 รูปมาสร้างแบบรูป เพื่อให้ได้พื้นห้องที่สวยงาม พร้อมบอกชื่อรูปสี่เหลี่ยมที่นักเรียนเลือก โดยนักเรียนใช้ไม้บรรทัดขีดเป็นสี่เหลี่ยม แล้ววาดรูปสี่เหลี่ยมต่อกันไปเรื่อยๆจนหมด แล้ววัดระยะว่าเท่ากันหรือไม่



- ขีดเส้นตรงวัดขนาดให้ได้ 4 ซม. ช่องตรงกลางวัด 2 ซม. แล้วนำรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่เลือก วาดลงไปในช่วง วาดรูปสลับข้างไปมา



4.1.3 แนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาเรื่องการวัด

จากการแก้ปัญหาในเนื้อหาด้านการวัด พบว่านักเรียนสามารถแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดที่แตกต่างหลากหลาย มีความเป็นต้นแบบ และสามารถนำเสนอแนวคิดได้อย่างชัดเจน ดังตัวอย่างการวิเคราะห์ต่อไปนี้

4.1.3.1 หน่วยการเรียนรู้เรื่องความยาว

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 20 คน พบแนวคิดของนักเรียนที่ใช้ในการแก้ปัญหาในหน่วยการเรียนรู้เรื่องความยาว คือแนวคิดในการเปรียบเทียบโดยตรง และแนวคิดในการเปรียบเทียบทางอ้อม โดยมีแนวคิดที่เป็นต้นแบบคือการเปรียบเทียบทางอ้อมที่นักเรียนใช้พื้นไม่เป็นหน่วยในการวัดความยาว ดังตัวอย่างต่อไปนี้

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 กิจกรรมใครยาวกว่ากัน

คำสั่ง

วันนี้ครูมีดินน้ำมันมาให้ให้นักเรียนเพื่อที่จะให้ปั้นงู ให้นักเรียนเปรียบเทียบความยาวของงูที่นักเรียนปั้นว่าใครยาวกว่ากัน และรู้ได้อย่างไรว่ายาวกว่า

แนวคิดที่ 1 การเปรียบเทียบโดยตรง

จากแบบบันทึกหลังสอน แบบสังเกตชั้นเรียน จะเห็นได้ว่านักเรียนได้ใช้การเปรียบเทียบความยาวของงูโดยการนำไปวางข้างๆ กัน จุดเริ่มต้นของงูอยู่ที่เดียวกัน จากนั้นนักเรียนสังเกตว่าปลายของใครที่ยาวกว่า พร้อมเขียนอธิบายเป็นคำพูด เช่น “หนูเอามาเปรียบเทียบกัน เปรียบเทียบงู นเนย คอม เนยยาวที่หนึ่ง งูเนยยาวที่สอง คอมนยาวที่สาม” โดยนักเรียนพยายามวางหัวงูให้ตรงกัน ดังภาพ



ภาพแสดงแนวคิดของการเปรียบเทียบโดยตรง

แนวคิดที่ 2 การเปรียบเทียบทางอ้อม เนื่องจากครูให้คำถามต่อไปว่า “นักเรียนมีวิธีการเปรียบเทียบแบบอื่นบ้างไหม” เด็กเริ่มจากการวางงูของตนลงบนพื้นไม้และเริ่มเปรียบเทียบโดยนับแผ่นไม้แทนการสังเกตหางงู หน่วยของความยาวจึงกลายเป็น 1 ไม้ 2 ไม้ แทน การเปรียบเทียบความยาวของงูจุดเริ่มต้นในการวัดจะต้องเป็นจุดเดียวกัน โดยนักเรียนจะพยายามให้ส่วนหัวหรือตรงกัน



ภาพแสดงแนวคิดของการเปรียบเทียบทางอ้อม

4.1.3.2 หน่วยการเรียนรู้ เรื่องพื้นที่

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 จากนักเรียนจำนวน 17 คน พบแนวคิดของนักเรียนในแต่ละสถานการณ์ปัญหามีความหลากหลาย และแตกต่างกัน และมีการนำเสนอแนวคิดที่ชัดเจนผ่านการเคลื่อนย้ายสื่อรูปธรรมและการเขียนบันทึก ดังตัวอย่างต่อไปนี้

สถานการณ์ปัญหาที่ 1 “อันไหนใหญ่กว่ากัน”

แนวคิดที่ 1 การเปรียบเทียบโดยตรง



ภาพการใช้วิธีการเปรียบเทียบโดยตรง โดยนำผ้าเช็ดหน้ามาวางชิดกัน



วิธีการเปรียบเทียบโดยตรง โดยการนำกระดานที่ 1 มาวางทับกับกระดานที่ 2

แนวคิดที่ 2 การเปรียบเทียบทางอ้อมโดยการนับจำนวนรูปภาพบนกระดานแล้วนำมาเปรียบเทียบกัน



สถานการณ์ปัญหาที่ 2 “พวกเราจะสามารถสร้างแปลงดอกไม้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยใช้อิฐ 20 ก้อน มาล้อมรอบขอบแปลงได้กี่รูปแบบกันนะ”

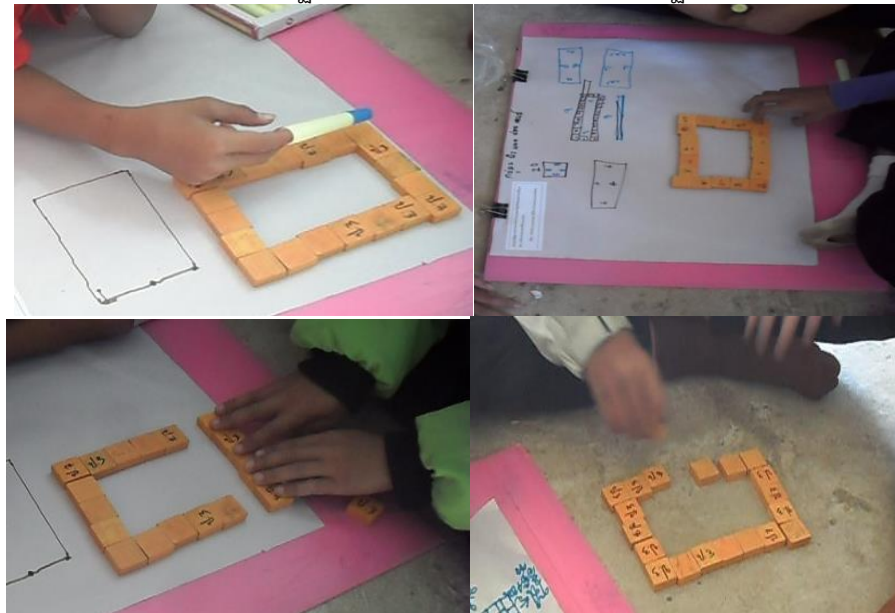
คำสั่ง

1. ให้นักเรียนวาดรูปแปลงดอกไม้ที่ได้ ลงในกระดาษนำเสนอให้ชัดเจน

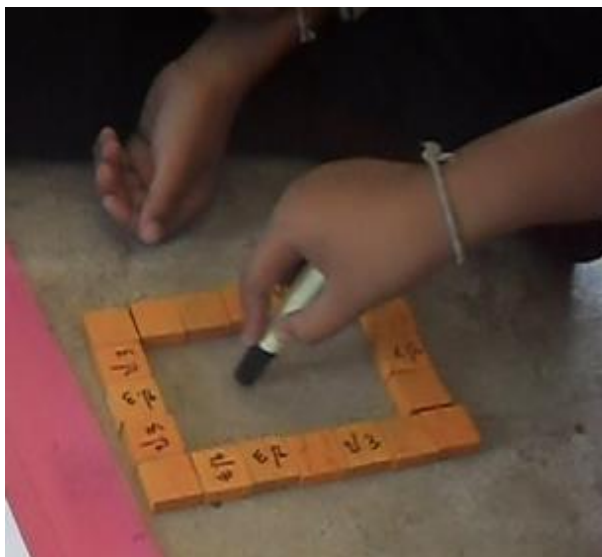
แนวคิดที่ 1 นักเรียนใช้วิธีการนำอิฐ 20 ก้อน มาสุมเรียงต่อกันให้ได้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก



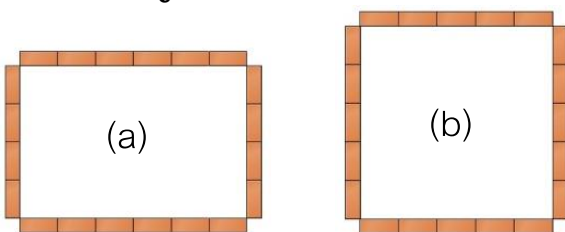
แนวคิดที่ 2 นักเรียนใช้วิธีการย้ายก้อนอิฐ เพื่อให้แต่ละด้านมีจำนวนก้อนอิฐไม่เท่ากับแปลงเดิม



แนวคิดที่ 3 นักเรียนใช้วิธีการนับจำนวนตารางหรือช่องด้านในแปลงดอกไม้ให้มีจำนวนแตกต่างกัน



สถานการณ์ปัญหาที่ 3

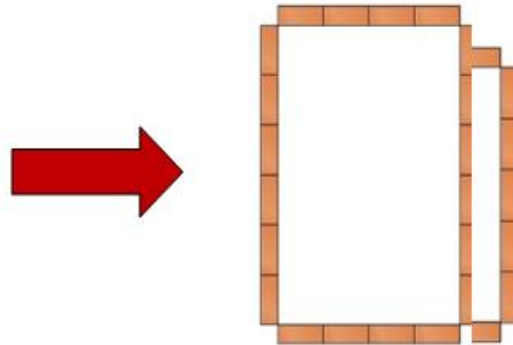


“แปลงดอกไม้แปลงไหนมีพื้นที่ขนาดใหญ่ที่สุด”

คำสั่ง

1. ให้นักเรียนหาวิธีการเปรียบเทียบขนาดของแปลงดอกไม้แล้วบันทึกลงในกระดานนำเสนออย่างละเอียด

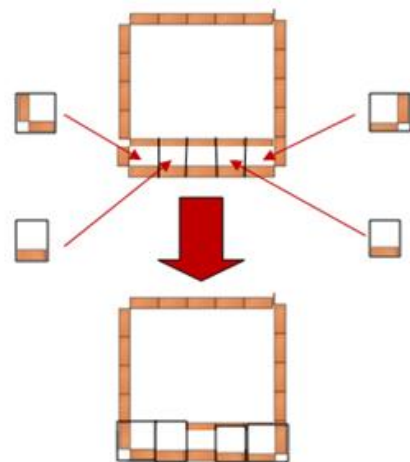
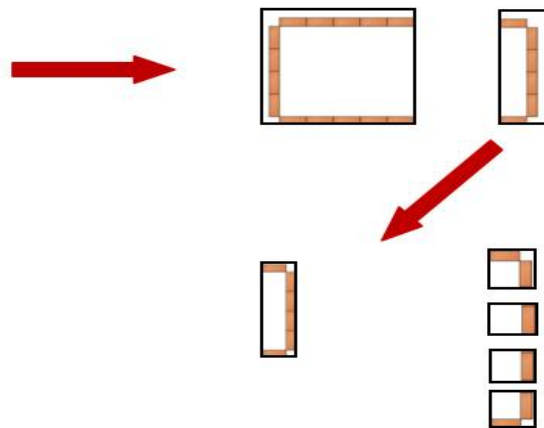
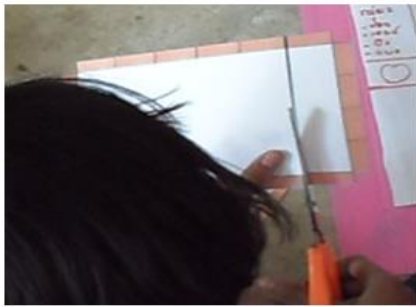
แนวคิดที่ 1 นักเรียนใช้วิธีการนำแปลงดอกไม้ทั้งสองแปลงมาวางทับกัน



แนวคิดที่ 2 นักเรียนขีดเส้นกำหนดส่วนที่ยื่นออกมา นำส่วนที่ยื่นออกมาวางทาบทับกัน และสังเกตเห็นว่าแปลงด้านข้างเหลือพื้นที่ว่าง ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าแปลงด้านข้างใหญ่กว่าแปลงด้านบน



แนวคิดที่ 3 นักเรียนวาดตารางให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสลงในแปลงดอกไม้ทั้งสองแปลง แล้วนับจำนวนสี่เหลี่ยมจัตุรัสของแต่ละแปลงแล้วนำมาเปรียบเทียบกัน จะได้ว่า แปลง a (หรือแปลงสี่ชมพู) มีช่องสี่เหลี่ยมเล็กๆทั้งหมด 25 ช่อง และ แปลง b (หรือแปลงสี่เหลือง) มีช่องสี่เหลี่ยมเล็กๆทั้งหมด 24 ช่อง เมื่อนำจำนวนช่องมาเปรียบเทียบกัน จึงสรุปได้ว่าแปลง a (หรือแปลงสี่ชมพู) มีขนาดใหญ่กว่า เพราะมีช่องสี่เหลี่ยมเล็กมากกว่าแปลง b (หรือแปลงสี่เหลือง) อยู่ 1 ช่อง ดังภาพ



4.2 ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อสังเคราะห์แนวทางการสอนคณิตศาสตร์ในรูปลำดับการสอน โดยอาศัยการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียน

เพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนของการศึกษาชั้นเรียนทั้ง 3 ขั้นตอนเพื่อให้เห็นว่ากลุ่มเป้าหมายมีการพัฒนาแนวทางการสอนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหา ดังนี้ 1. การสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลแผนการจัดการเรียนรู้ที่นักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาและครูพี่เลี้ยงซึ่งเป็นครูประจำการร่วมกันสร้างขึ้น เพื่อนำมาประกอบการสังเคราะห์ข้อมูล 2. การสังเกตการสอนร่วมกัน ผู้วิจัยได้ทำการบันทึกวีดิทัศน์ชั้นเรียนที่ครูผู้สอนได้ดำเนินการสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิด เพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบการสังเคราะห์ 3. การสะท้อนผลการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน ผู้วิจัยได้ทำการรวบรวมเอกสารการบันทึกหลังการสอนเพื่อนำมาเป็นข้อมูลประกอบการสังเคราะห์จากการสังเคราะห์ข้อมูลทั้งสามส่วน ทำให้สามารถสรุปได้ว่าแนวทางการสอนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาได้เน้นการนำแนวคิดของนักเรียนมาเป็นส่วนสำคัญในทุกขั้นตอน ดังนี้ 1) ขั้นการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน เน้นการนำแนวคิดของนักเรียนมาเป็นส่วนสำคัญในการวางแผนการสอน โดยคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนที่จะเกิดขึ้นต่อสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด 2) ขั้นการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด แนวคิดของนักเรียนที่คาดการณ์ไว้ก่อนถูกนำมาใช้เป็นกรอบในการสังเกตขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง และใช้แนวคิดของนักเรียนในการอธิบายและนำเสนอ รวมทั้งนำแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นมาเป็นข้อมูลในการสรุป 3) ขั้นการสะท้อนผลหลังการสอนร่วมกัน เน้นการเปรียบเทียบแนวคิดที่คาดการณ์ไว้และแนวคิดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนว่ามีความเหมือนหรือความต่างอย่างไร และเกิดจากอะไร เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแผนการสอนรายสัปดาห์ต่อไป จากแนวทางการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาข้างต้นเมื่อพิจารณาตามโดเมนพบว่า

1) โดเมนด้านจำนวนและการดำเนินการ

เนื้อหาเรื่องการบวกที่ผลลัพธ์เกินสิบสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำเป็นต้องกำหนดลำดับการสอนโดยสอนเรื่องการแยกและการรวมจำนวนโดยใช้วัสดุจริง และได้แอมแกรม จากนั้นจึงสอนการทำให้เป็นสิบ แล้วจึงสอนเรื่องการบวก

สำหรับเนื้อหาเรื่องการคูณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ต้องกำหนดลำดับการสอนโดยสอนให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการทำให้เป็นกลุ่มเท่าๆ กัน ผ่านกิจกรรมที่นักเรียนสามารถเคลื่อนย้ายวัสดุจริงเพื่อให้เห็นว่าหาจำนวนรวมทั้งหมดเมื่อทำให้เป็นกลุ่มที่เท่าๆ กันแล้วทำให้สามารถหาได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น

2) โดเมนด้านเรขาคณิต

เนื้อหาเรื่องรูปสี่เหลี่ยมต่างๆ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นั้นเริ่มต้นจากการให้นักเรียนได้สร้างรูปสี่เหลี่ยมด้วยตัวเองผ่านการลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดและจัดกลุ่มรูปที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปสู่การสอนเรื่องรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

3) โดเมนด้านการวัด

เนื้อหาเรื่องความยาวสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สอนการเปรียบเทียบขนาดโดยการเปรียบเทียบโดยตรง และโดยอ้อมโดยให้นักเรียนพยายามหาวัสดุในชีวิตประจำวันมาเป็นหน่วยในการวัด จากนั้นจึงสอนการวัดโดยใช้หน่วยที่เป็นมาตรฐาน

เนื้อหาเรื่องพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สอนโดยเน้นสถานการณ์ปัญหาที่นำไปสู่การเปรียบเทียบโดยตรงและการเปรียบเทียบทางอ้อมโดยให้นักเรียนค้นหาหน่วยในการวัดด้วยตนเอง จากนั้นสอนการจำแนก เรื่อง ความยาวเส้นรอบรูปของรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้ซึ่งอยู่ในมิติเดียวกับเรื่องพื้นที่ที่เป็นเรื่องสองมิติโดยใช้สื่อวัสดุที่เป็นหน่วยในการวัดและสามารถเคลื่อนย้ายได้ก่อนที่จะสอนการหาพื้นที่โดยใช้สูตรในการคำนวณ

การแนวทางการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาภายใต้ขั้นตอนของการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด มีรายละเอียดในแต่ละขั้นตอน ดังตัวอย่างต่อไปนี้

4.2.1 แนวทางการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาในขั้นการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกัน

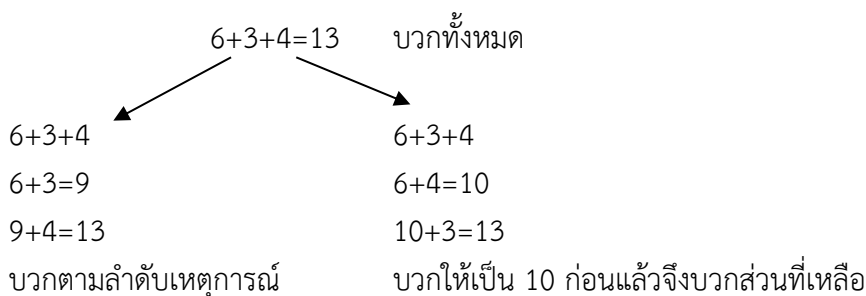
ในขั้นตอนนี้ผู้ร่วมสร้างแผนได้สร้างสถานการณ์ปัญหาโดยนำมาจากหนังสือเรียนญี่ปุ่นฉบับแปลเป็นภาษาไทย จากนั้นทีมที่ร่วมสร้างแผนได้พยายามคาดการณ์ว่าจากสถานการณ์ปัญหาที่กำหนดนี้นักเรียนจะมีการตอบสนองต่อปัญหาอย่างไร และนักเรียนจะแก้ปัญหาในแนวทางใดบ้าง ดังตัวอย่างต่อไปนี้

สถานการณ์ที่ 1: เด็ก 6 คน นั่งอยู่บนรถบัส ต่อมาเด็กขึ้นมาบนรถบัส อีก 3 คน พอร์รถบัสไปถึงอีกสถานีหนึ่ง มีเด็กขึ้นมาบนรถอีก 4 คน มีเด็กอยู่บนรถบัสทั้งหมดกี่คน



ภาพที่ 3 ภาพประกอบสถานการณ์ปัญหาจากหนังสือเรียนญี่ปุ่นฉบับแปลเป็นภาษาไทยในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2553)

ตัวอย่างการคาดการณ์แนวคิด



สถานการณ์ที่ 2: มีเด็ก 7 คน เล่นอยู่ในกระบะทรายต่อมามีเด็กมาเพิ่มอีก 5 คน หลังจากนั้น มีเด็กกลับบ้านไป 8 คน เหลือเด็กกี่คนที่กำลังเล่นอยู่ในกระบะทราย



ภาพที่ 4 ภาพประกอบสถานการณ์ปัญหาจากหนังสือเรียนญี่ปุ่นฉบับแปลเป็นภาษาไทยในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 (ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์, 2553)

ตัวอย่างการคาดการณ์แนวคิด

$7+5-8=4 \rightarrow 7+5=12$ $12-8=4$ คิดตามลำดับเหตุการณ์ บวกก่อนแล้วจึงลบออก

$13-4-2=7 \rightarrow 13-4=9$ $9-2=7$ คิดตามลำดับเหตุการณ์ลบออก 2 ครั้ง

การคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนในขั้นตอนนี้นำไปสู่การเตรียมสื่อเพื่อสนับสนุนนักเรียนและการเตรียมประเด็นคำถามหรือประเด็นอภิปราย

4.2.2 แนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาในชั้นการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด

ในขั้นตอนนี้ แนวคิดของนักเรียนที่คาดการณ์ไว้ก่อนถูกนำมาใช้เป็นกรอบในการสังเกตในขณะนักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองและใช้แนวคิดของนักเรียนในการอภิปรายและนำเสนอ รวมทั้งนำแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นมาเป็นข้อมูลในการสรุป ดังตัวอย่างการสอนในห้องเรียนต่อไปนี้

หลังจากที่ครูนำเสนอปัญหาปลายเปิดและชี้แจงคำสั่งต่างๆ แล้ว ครูแจกใบงานให้กับนักเรียน และให้เวลานักเรียนในการพยายามคิดแก้ปัญหาด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอนและครูผู้สังเกตคอยสังเกตในขณะที่นักเรียนแก้ปัญหา ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 ครูสังเกตในขณะที่นักเรียนในกลุ่มพยายามแก้ปัญหา

ในขณะที่ครูสังเกตการณ์แก้ปัญหาของนักเรียน ครูพยายามสังเกตว่านักเรียนได้แก้ปัญหาตามที่ครูได้คาดการณ์ไว้หรือไม่ โดยครูไม่ได้เข้าไปบอกวิธีการแก้ปัญหา ครูให้เวลาเพื่อให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเอง จากนั้นครูจะพยายามถามนักเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจ จากนั้นครูได้นำแนวคิดของนักเรียนที่ได้

การพัฒนาแนวทางการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดของนักเรียนเป็นฐาน
จากการสังเกตมาเป็นข้อมูลในการให้นักเรียนออกมานำเสนอหน้าชั้น หากมีเวลาจำกัดครูจะเลือกนักเรียนที่มี
แนวคิดต่างกันมานำเสนอ ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 นักเรียนออกมานำเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหากลุ่ม

ในการนำเสนอของนักเรียนนั้นนักเรียนเริ่มต้นด้วยการรายงานตัว จากนั้นได้พยายามพูดอธิบาย
วิธีการที่ได้แก้ปัญหาดังตัวอย่างโปรโตคอลต่อไปนี้

Item 326	นักเรียน	หกบวกสาม สามให้หกไปสาม หกเป็นเก้า สามเหลือศูนย์ รวมกันเป็นเก้า คะ เก้าบวกสี่เท่ากับช่องว่างคะ สี่ให้เก้ามาหนึ่ง สี่เหลือสาม เก้าเป็นสิบ สิบกับสามเป็นสิบสามคะ
Item 327	ครู	เอเจ คำพูดว่าอะไรเมื่อกี้
Item 328	นักเรียน	สิบกับสามเท่ากับสิบสามครับ
Item 329	ครู	อ่า โอเคๆ
Item 330	นักเรียน	สามให้หกไปสาม สามเหลือศูนย์ หกเป็นเก้า เก้ากับศูนย์เป็นเก้า สี่ให้เก้า ไปหนึ่ง สี่เหลือสาม เก้าเป็นสิบ สามกับสิบเป็นสิบสามคะ
Item 331	ครู	มีใครสงสัยไหม
Item 332	นักเรียน	เมื่อกี้หนูพูดอะไร
Item 333	ครู	ถามใครๆ คุณหมิวถามใคร
Item 334	นักเรียน	ถามน้ำตาลคะ
Item 335	นักเรียน	เค้าบอกว่าสิบกับสามเป็นสิบสามคะ
Item 336	ครูผู้สังเกต	เค้าพูดแค่นั้นหรอคะ
Item 337	นักเรียน	ไม่
Item 338	ครู	อะไรบ้างๆ
Item 339	นักเรียน	เค้าบอกว่า สามเอาไปให้หก หกเป็นเก้า สามเหลือศูนย์คะ

การพัฒนาแนวทางการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาโดยใช้แนวคิดของนักเรียนเป็นฐาน
อะไรอีกๆ

Item 340	ครู	
Item 341	นักเรียน	สี่ให้หกมาหนึ่ง
Item 342	ครูผู้สังเกต	ให้หกเธอ
Item 343	ครู	ให้อะไรๆ
Item 344	นักเรียน	ให้เก้า
Item 345	ครู	อะไรต่อๆ
Item 346	นักเรียน	ข้อนี้ได้ไหมคะ
Item 347	นักเรียน	สี่เอาไปให้เก้าหนึ่งคะ เก้าเป็นสิบ สิบกับสามเป็นสิบสาม
Item 348	ครู	โอเค (ติดผลงานนักเรียนบนกระดาน)
Item 349	ครู	อ่า อันนี้เป็นวิธีอะไรน้า
Item 350	นักเรียน	วิธีบวก
Item 351	ครู	อ้อ เป็นวิธีบวก (ติดบัตรคำว่าการบวก)
Item 352	ครูผู้สังเกต	ดูจากคำไหนคะ
Item 353	ครู	ดูจากอะไร
Item 354	นักเรียน	ดูจากคำว่า ทั้งหมด

จากโปรโตคอลข้างต้นจะเห็นว่านักเรียนได้พยายามอธิบายวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง โดยมีครูคอยตั้งคำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายได้มากขึ้น รวมทั้งกระตุ้นให้นักเรียนในห้องให้สนใจการนำเสนอของเพื่อน เมื่อนักเรียนได้พูดถึงแนวคิดที่ครูได้คาดการณ์ไว้ครูจะนำบัตรคำแนวคิดนั้นติดเพิ่มบนกระดาน เพื่อให้นักเรียนทั้งห้องเห็นชัดเจนขึ้น ถ้ากรณีมีแนวคิดที่ครูไม่ได้คาดการณ์ไว้ก่อน ครูจะเขียนคำเพิ่มบนกระดาน และให้นักเรียนทุกกลุ่มติดแนวคิดไว้บนกระดาน จากนั้นในช่วงสรุปบทเรียนครูให้นักเรียนทุกคนร่วมกันสรุปว่าเพื่อนแต่ละกลุ่มมีวิธีการแก้ปัญหาในแบบใดบ้างและมีส่วนไหนที่เหมือนหรือต่างกันดังภาพที่ 7



ภาพที่ 7 ครูสรุปโดยเชื่อมโยงจากแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น

จากตัวอย่างการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาตาม 4 ขั้นตอนของวิธีการแบบเปิดจะเห็นว่า ครูผู้สอนได้นำแนวคิดของนักเรียนมาเป็นส่วนสำคัญของการสอนในแต่ละขั้น โดยครูเป็นผู้ที่ทำหน้าที่ในการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาปลายเปิดด้วยวิธีการต่างๆ เช่นการเล่าเรื่องประกอบกับภาพ การถามเพื่อให้นักเรียนได้เข้ามามีส่วนร่วม เป็นต้น เพื่อให้นักเรียนรู้สึกตื่นเต้น อยากมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา จากนั้นครูให้นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองโดยมีใบงานให้ทำซึ่งอาจทำเป็นรายบุคคล ทำเป็นคู่ หรือทำเป็นกลุ่มย่อย ในขั้นตอนนี้ครูมีหน้าที่ในการสังเกตวิธีการแก้ปัญหาของนักเรียน และคอยซักถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน เพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนอธิบายเพิ่มเติมได้ จากนั้นเมื่อทุกคนหรือทุกกลุ่มทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว ครูได้ให้โอกาสนักเรียนออกมานำเสนอวิธีการแก้ปัญหาให้เพื่อนฟัง โดยครูจะทำหน้าที่ในการการกระตุ้นให้นักเรียนอธิบายเป็นภาษาพูดให้ได้มากที่สุด และกระตุ้นให้นักเรียนในห้องสนใจการนำเสนอของเพื่อนเพื่อเปรียบเทียบว่าวิธีการแก้ปัญหาของเพื่อนเหมือนหรือต่างจากการแก้ปัญหาของตนเองหรือไม่ อย่างไรก็ตามนอกจากนี้ในขั้นตอนสุดท้ายซึ่งเป็นขั้นตอนการสรุป ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปอีกครั้งว่ามีวิธีการแก้ปัญหาใดบ้าง และตีความปัญหาได้อย่างไร เช่น พิจารณาคำไหนถึงทราบว่าต้องใช้การบวกหรือการลบ เป็นต้น

4.2.3 แนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาในขั้นการสะท้อนผลหลังการสอน

ในขั้นตอนนี้ครูผู้สอน ครูผู้สังเกต และทีมนักวิจัยได้สะท้อนผลการสอนร่วมกันโดยเน้นประเด็นแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในแต่ละสถานการณ์ปัญหาเพื่อเปรียบเทียบกับแนวคิดที่ได้คาดการณ์ไว้ว่ามีความเหมือนหรือความต่างอย่างไร และเกิดจากอะไร เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแผนการสอนรายสัปดาห์ต่อไป ดังตัวอย่างโปรโตคอล ต่อไปนี้

- | | | |
|--------|-----------|--|
| item 1 | ครูผู้สอน | สำหรับเมื่อวานนะคะ ก็จะสอนเรื่องบวกหรือลบเอ่ย ซึ่งจะมีอยู่สามสถานการณ์ ซึ่งทั้งสามสถานการณ์ก็จะมีจุดประสงค์คือเพื่อให้นักเรียนวิเคราะห์ว่าแต่ละสถานการณ์ที่กำหนดให้เป็นการบวกหรือการลบ แล้วก็บวกหรือลบแบบใด สังเกตได้จากตรงไหน และการบวกและการลบมีความแตกต่างกันอย่างไร และการลบทั้งสองแบบคือแบบเอาออกกับแบบเปรียบเทียบมีความแตกต่างกันอย่างไร ในส่วนของตรงนี้ก็คิดว่าบรรลุวัตถุประสงค์ ก็คือแต่ละข้อนักเรียนสามารถบอกได้ว่าเป็นการบวกหรือการลบ และบอกได้ว่าดูจากตรงไหนถึงรู้ว่าเป็นการบวกหรือการลบ ส่วนวิธีคิดส่วนใหญ่จะเหมือนกันทุกกลุ่ม อย่างเช่นอันแรก วิธีบวกของเขา เขาก็จะบวกให้เป็นสิบก่อน แล้วก็เอาที่เหลือมารวมกับสิบ |
| item 2 | ครูผู้สอน | สำหรับแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 จะเป็นการบวกลบละคน ในแต่ละสถานการณ์จะมีการดำเนินการสองครั้ง นักเรียนก็จะสามารถบอกได้เลย ว่าตรงนี้เพิ่มขึ้นมา มีคนขึ้นรถก็เพิ่มมาอีก ตรงนี้เป็นการบวกเพิ่ม ในสถานการณ์ที่ 2 ก็จะได้ดูจากเด็กที่เข้ามาเพิ่ม แล้วก็ออกไป ในสถานการณ์ที่ 3 ก็จะดูจากกินไป ซึ่งจะกินอยู่สองครั้ง คือกินไป 4 ผลก่อน แล้วก็กินไปอีก 2 ผล อันนี้นักเรียนจะบอกได้ว่าเป็นวิธีบวกหรือลบ แล้วก็ในส่วนของการแสดงวิธีคิด การบวกตรงนี้มี แนวคิดที่แตกต่างกันคือ หกบวกสามก่อนแล้วค่อยบวกสี่อีกครั้งหนึ่ง แล้วก็อีกแนวคิดหนึ่งคือ เอาหกมาบวกกับสามแล้วเอาบวกกับหนึ่งที่เอามาจากสี่ ก็จะเป็นสิบ แล้วสี่ก็จะเหลือสามแล้วเอาสิบมาบวกกับสามก็จะเป็นสามสิบ แล้วก็อีกแนวคิดหนึ่งคือเอาหกมารวมกับสี่เลย เป็นสิบแล้วค่อยเอามารวมกับสามเป็นสิบสาม |



- item 3 ครูผู้สังเกต แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 มันเป็นการบวกหรือลบซึ่งมาสามจำนวนซึ่งต่างจากที่เคยเพราะมีแค่สองจำนวน ทำไมเด็กถึงมองว่าเป็นลบ ถ้าดูจากภาพจะเห็นการเข้าการออก ถ้ายังไม่มีคำสั่งเด็กก็จะมองได้ จากภาพตรงนี้มีอยู่แล้วเดิมแล้วเดินเข้ามาก็เป็นบวกเด็กเห็นได้อย่างชัดเจน และพอเดินออกเด็กก็เห็นว่าเป็นลบ เพราะฉะนั้นรูปภาพนั้นสามารถที่จะดึงแนวคิดเด็กออกมาได้เลย แม้จะยังไม่มีคำสั่งเด็กก็สามารถเข้าใจ แสดงว่าสื่อตรงนี้ทำหน้าที่ได้ดีมากๆ ทำให้เห็นการเข้าการออก การลบการบวก
- item 4 ครูผู้สังเกต และเวลาเขียนประโยคสัญลักษณ์ทุกครั้งเด็กจะเน้นคำว่าเท่ากับคือเป็นคำถาม ช่องว่างตรงนี้เป็นคำถามเด็กจะไม่ใส่คำตอบ ซึ่งเด็กจะมีอะไรอยู่ในหัวเขาค่อนข้างชัดเจน เป็นสิ่งที่ยืนยันได้ว่าที่เขารู้มาก่อนที่เขาเอามาใช้จริง และสามารถที่จะเขียนวิธีคิด สังเกตการคิดเขาจะเอาอันเดิมมาใช้นั้นก็หมายความว่าถ้าเป็นบวกก็ต้องทำให้ตัวเองเป็นลบก่อน เพราะฉะนั้นความเป็นลบฐานลบอยู่ตรงนี้ชัดเจน ปัญหาตรงนี้จึงไม่มีเพราะเด็กนำความรู้เดิมตรงนี้มาใช้ฐานลบ ถ้าพูดถึงเรื่องลบเด็กก็สามารถทำได้ทั้งสองแบบคือเอาหลักลบออกก็ได้ เด็กเห็นชัดเจนการเรียงลำดับจำนวนว่าอะไรมากกว่าอะไร สามมากกว่าสองจึงเอาออกได้ ลบมากกว่าสี่จึงเอาออกได้ เห็นทั้งสองแนวเลย แนวที่เอาออกจากหลังลบด้วย แนวที่เอาออกจากหลักหน่วยด้วย แล้วเอาที่เหลือมารวม
- item 5 ครูผู้สังเกต และสุดท้ายที่ครูสรุป ก็เป็นไปตามที่เราคาดการณ์ เช่นเวลาที่เราขยายแนวคิดเด็ก ครูก็จะนำคำบัตร์คำที่มีความหมายจากแนวคิดเด็ก สิ่งสำคัญของทั้งสองคาบคือ ครูผู้สอนใช้แนวคิดของนักเรียนทั้งหมด เพื่อให้เด็กเขาเข้าใจและรู้คุณค่าของตัวเอง ว่าสิ่งที่เขาคิดมันมีความหมายสำหรับเด็ก ทุกแนวคิดถูกครูฝนหยิบขึ้นมาหมด แต่มีบางแนวคิดที่ไม่ได้ใช้ซึ่งจะให้เด็กจับคู่ แต่เราไม่ได้ใช้
- item 6 ครูผู้สังเกต ตรงนั้นถ้าเป็นที่อื่นอาจจะมีปัญหา แต่จากชิ้นงานเด็กที่เขาจับคู่แบบนั้นมันก็จะทำให้เราคาดการณ์หรือคาดเดาแนวคิดเด็กได้ แต่ว่าครูผู้สอนสามารถที่จะเข้าใจแนวคิดของนักเรียน เห็นได้จากที่ครูฝนถามว่าเลียมมีกี่ตัว ลิงโตมีกี่ตัว และจากการที่เขาวงไว้ อันไหนที่เขาจับคู่คือมันเท่ากันแล้ว ส่วนต่างคือที่เขาวงไว้คือคำตอบ จริงๆแล้วเด็กใช้คำว่าอันเป็นคำพูดเป็นแนวคิดของเด็กจริงๆ ซึ่งแปลว่าจำนวน แต่ไม่พูดว่าจำนวนซึ่งเป็นธรรมชาติของเขา
- item 7 ครูผู้สังเกต จับคู่อันที่ไม่มีคู่คืออันไหน อันนั้นคืออันที่มากกว่า อันของนักเรียนคือจำนวน ตรงนั้นมันทำให้เราเข้าใจ อันไหนที่มากกว่า ทำให้เราเข้าใจว่าเขาคิดอะไร และเชื่อมโยงไปสู่คณิตศาสตร์ได้อย่างไร สามารถบอกได้ว่าเอาออกกับเปรียบเทียบต่างกันอย่างไร ทั้งสองคาบนี้บรรลุและเป็นไปอย่างที่เราตั้งเป้าหมาย ถึงแม้จะบอกว่าลำดับไม่ถูกใจครูผู้สอนแต่ก็ไม่ใช่อุปสรรค เพราะปัญหาหลักของเราคืออยากให้เด็กได้คิดวิเคราะห์ ครูก็สามารถดึงออกมาและสามารถเชื่อมโยงไปสู่เป้าหมายที่ต้องการ

จากการสะท้อนผลจะเห็นว่าครูผู้สอนและครูผู้สังเกตมีความเข้าใจแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้น รวมถึงการสะท้อนให้เห็นว่าแนวคิดแต่ละแนวคิดนั้นได้ตรงกับที่คาดการณ์ไว้ในช่วงสร้างแผนการจัดการเรียนรู้หรือไม่ ซึ่งความเข้าใจของครูที่มีต่อแนวคิดของนักเรียนนี้ทำให้ครูสามารถเตรียมสถานการณ์ปัญหา เตรียมสื่อเพื่อสนับสนุนให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเรื่องที่เรียนได้ดีขึ้น

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยในครั้งนี้ประกอบด้วย 2 วัตถุประสงค์ คือ 1) เพื่อวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนในโดเมนด้านจำนวนและการดำเนินการ ด้านเรขาคณิตและด้านการวัดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยวิธีการแบบเปิด 2) เพื่อสังเคราะห์แนวทางการสอนคณิตศาสตร์ในรูปแบบการสอบโดยอาศัยการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียน

การดำเนินการวิจัย มีดังต่อไปนี้ ระยะที่ 1 เดือน มิถุนายน – สิงหาคม 2556 ผู้วิจัยเข้าสังเกตการสอนของนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาในโรงเรียนที่ใช้วัตรกรรมการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด เพื่อกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่เป็นนักศึกษาที่ยินดีเข้าร่วมการวิจัย จำนวน 38 คน และนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 (22 คน) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 (43 คน) ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (17 คน) และ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 (74 คน) ของนักศึกษาปฏิบัติการสอนในสถานศึกษาที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ระยะที่ 2 เดือนสิงหาคม 2556- มกราคม 2557 เก็บรวบรวมข้อมูลตามขั้นตอนของการศึกษาชั้นเรียนและวิธีการแบบเปิด การเก็บรวบรวมข้อมูลตาม 3 ขั้นตอนของการศึกษาชั้นเรียนนั้น ใช้การบันทึกวิดีโอ และ แบบบันทึกการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ ส่วนการเก็บรวบรวมข้อมูลในช่วงที่ครูสอนโดยดำเนินการตาม 4 ขั้นตอนของวิธีการแบบเปิด ใช้การบันทึกวิดีโอทั้งชั้นและการทำงานในกลุ่มย่อย รวมทั้งการบันทึกภาคสนามโดยผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยจำนวน 4 คน

5.1 สรุปผลการวิจัย

1. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียนในโดเมนด้านจำนวนและการดำเนินการ ด้านเรขาคณิตและด้านการวัดที่เกิดขึ้นในชั้นเรียนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยวิธีการแบบเปิด พบว่าแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นมีความหลากหลายของคำตอบ มีความแตกต่างของแนวคิดและในการแก้ปัญหาบางสถานการณ์ปัญหาพบความเป็นต้นแบบ ในส่วนของระดับการนำเสนอแนวคิดนั้นมีการนำเสนอในระดับที่สามารถทำให้ผู้อื่นเข้าใจได้ โดยมีรายละเอียดแต่ละเนื้อหา ดังนี้

1.1 แนวคิดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 เรื่องการบวกจำนวนที่มีผลลัพธ์เกินสิบ นักเรียนใช้แนวคิดในการแก้ปัญหาย่างหลากหลายและแตกต่าง ดังนี้ 1) แนวคิดเรื่องเพิ่มขึ้นโดยใช้การนับทีละ 1 และนับเพิ่ม 2) แนวคิดเรื่องการนำมารวมกันโดยการวาดภาพแทนบล็อกและแสดงลูกศรแทนเป็นเครื่องหมายแสดงการนำมารวมกัน 3) แนวคิดเรื่องการทำให้เป็นประโยคสัญลักษณ์ 4) แนวคิดการทำให้เป็นสิบโดยการวาดรางบล็อกสิบ 5) แนวคิดเรื่องการรวมจำนวนและแยกจำนวนเพื่อทำให้เป็นสิบโดยการวาดโดอะแกรม โดยแนวคิดที่ถือว่ามีความเป็นต้นแบบคือแนวคิดแนวคิดการทำให้เป็นสิบโดยการวาดรางบล็อกสิบและการรวมจำนวนและแยกจำนวนเพื่อทำให้เป็นสิบโดยการวาดโดอะแกรม โดยนักเรียนสามารถเสนอแนวคิดผ่านการเขียนออกมาได้อย่างชัดเจน

1.2 แนวคิดเรื่องการคูณของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 จากสถานการณ์ปัญหาก่อนเข้าสู่การใช้สัญลักษณ์การคูณ นักเรียนแสดงแนวคิดในการแก้ปัญหาย่างหลากหลายและแตกต่าง ดังต่อไปนี้ 1) การนับเพิ่มทีละ 1 และนับเพิ่มทีละเท่าๆ กัน 2) การเขียนเป็นประโยคสัญลักษณ์การบวกโดยตัวเลขที่เท่ากัน 3) การเคลื่อนย้ายสิ่งของจากกลุ่มหนึ่งไปยังอีกกลุ่มหนึ่งเพื่อให้ทุกกลุ่มมีจำนวนสิ่งของที่เท่ากัน โดยแนวคิดที่ถือเป็น



ต้นแบบและมีความสำคัญต่อการเรียนรู้เรื่องการคูณคือแนวคิดการทำให้ทุกกลุ่มมีจำนวนสิ่งของที่เท่ากัน และนักเรียนสามารถเขียนเพื่อนำเสนอแนวคิดโดยการวาดเส้นโยงเพื่อแสดงให้เห็นการเคลื่อนย้ายสิ่งของ

1.3 แนวคิดเรื่องรูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีความแตกต่างและหลากหลาย ดังต่อไปนี้ 1) การสร้างรูปสี่เหลี่ยมจากเส้นตรงสี่เส้น นักเรียนจัดกลุ่มรูปสี่เหลี่ยมตามรูปร่างของรูปสี่เหลี่ยม การพิจารณาจากความยาว และการพิจารณาจากเส้นขนาน 2) นักเรียนพิจารณาว่ารูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกัน 2 คู่ เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และสิ่งของที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่พบในชีวิตประจำวันเช่น หนังสือ จอทีวี เป็นต้น 3) แนวคิดเกี่ยวกับเส้นทแยงมุม นักเรียนเรียกว่าเส้นตัด เพราะตัดกันเป็นกากบาท และแบ่งเส้นทแยงมุมออกเป็นสองกลุ่มคือ เส้นทแยงมุมที่มีความยาวเท่ากัน เช่นเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน กลุ่มที่เส้นทแยงมุมมีความยาวไม่เท่ากันเช่นเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู ในทุกแนวคิดนักเรียนสามารถเขียนแสดงแนวคิดออกมาได้อย่างชัดเจน และในส่วนของกิจกรรมการออกแบบพื้นที่ห้องนั้นนักเรียนมีแนวคิดที่ถือได้ว่าเป็นต้นแบบ

1.4 แนวคิดเรื่องการเปรียบเทียบความยาวของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 นักเรียนใช้แนวคิดดังนี้ 1) การเปรียบเทียบโดยตรง โดยการนำวัสดุหรือสิ่งของมาเทียบกันโดยมีจุดเริ่มต้นที่เท่ากัน 2) การเปรียบเทียบทางอ้อม แนวคิดที่ถือเป็นต้นแบบคือแนวคิดในการเปรียบเทียบทางอ้อมโดยการพยายามหาวัสดุหรือสิ่งของมาใช้เป็นหน่วยในการบอกความยาวเช่นแผ่นไม้

1.5 แนวคิดเรื่องพื้นที่ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีดังต่อไปนี้ 1) การเปรียบเทียบโดยตรง 2) การเปรียบเทียบทางอ้อม 3) นักเรียนมีแนวคิดในการสร้างแปลงดอกไม้รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากโดยใช้อิฐ 20 ก้อนได้ 3 รูปแบบคือการสุมทำให้เป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก การย้ายก้อนอิฐเพื่อให้แต่ละด้านมีจำนวนก้อนอิฐไม่เท่ากับแปลงเดิม การนับช่องด้านในแปลงดอกไม้เพื่อให้มีจำนวนแตกต่างกัน

2. ผลการวิจัยตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อสังเคราะห์แนวทางการสอนคณิตศาสตร์ในรูปลำดับการสอนโดยอาศัยการวิเคราะห์แนวคิดของนักเรียน พบว่า

2.1 แนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาในขั้นการวางแผนการจัดการเรียนรู้ร่วมกันนั้น กลุ่มเป้าหมายเน้นการนำแนวคิดของนักเรียนมาเป็นส่วนสำคัญในการวางแผนการสอน โดยคาดการณ์แนวคิดของนักเรียนที่จะเกิดขึ้นต่อสถานการณ์ปัญหาที่กำหนด

2.2 แนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาในขั้นการสอนด้วยวิธีการแบบเปิด กลุ่มเป้าหมายเป็นผู้สอน โดยสอนตามลำดับการสอนตามที่ได้วางแผนไว้แล้วโดยมีครูประจำการซึ่งเป็นครูพี่เลี้ยงเป็นผู้สังเกต ในขั้นตอนนี้กลุ่มเป้าหมายดำเนินการสอนโดยนำแนวคิดของนักเรียนที่คาดการณ์ไว้ก่อนมาเป็นกรอบในการสังเกตขณะที่นักเรียนแก้ปัญหาด้วยตนเองและใช้แนวคิดของนักเรียนในการอภิปรายและนำเสนอ รวมทั้งนำแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นมาเป็นข้อมูลในการสรุป 1.3 แนวทางการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาในขั้นการสะท้อนผลหลังการสอน ในขั้นตอนนี้ครูผู้สอนและครูผู้สังเกตได้ร่วมกันสะท้อนผลเกี่ยวกับแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นทั้งที่เป็นไปตามที่คาดการณ์ไว้ หรือที่นอกเหนือจากการคาดการณ์ รวมถึงประเด็นที่ควรนำไปแก้ไขในครั้งต่อไป เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาแผนการสอนรายสัปดาห์ต่อไป

จากแนวทางการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาข้างต้นเมื่อพิจารณาตามโดเมนพบว่า 1) โดเมนด้านจำนวนและการดำเนินการ เนื้อหาเรื่องการบวกที่ผลลัพธ์เกินสิบสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จำเป็นต้องกำหนดลำดับการสอนโดยสอนเรื่องการแยกและการรวมจำนวนโดยใช้วัสดุจริง และโดอะแกรม



จากนั้นจึงสอนการทำให้เป็นสิบ แล้วจึงสอนเรื่องการบวก สำหรับเนื้อหาเรื่องการคูณสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ต้องกำหนดลำดับการสอนโดยสอนให้นักเรียนเห็นคุณค่าของการทำให้เป็นกลุ่มเท่าๆ กัน ผ่านกิจกรรมที่นักเรียนสามารถเคลื่อนย้ายวัสดุจริงเพื่อให้เห็นว่าการหาจำนวนรวมทั้งหมดเมื่อทำให้เป็นกลุ่มที่เท่าๆ กันแล้วทำให้สามารถหาได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น 2) โดเมนด้านเรขาคณิต เนื้อหาเรื่องรูปสี่เหลี่ยมต่างๆ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นั้นเริ่มต้นจากการให้นักเรียนได้สร้างรูปสี่เหลี่ยมด้วยตัวเองผ่านการลากเส้นเชื่อมระหว่างจุดและจัดกลุ่มรูปที่สร้างขึ้นเพื่อนำไปสู่การสอนเรื่องรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน 3) โดเมนด้านการวัด เนื้อหาเรื่องความยาวสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 สอนการเปรียบเทียบขนาดโดยการเปรียบเทียบโดยตรง และโดยอ้อมโดยให้นักเรียนพยายามหาวัสดุในชีวิตประจำวันมาเป็นหน่วยในการวัด จากนั้นจึงสอนการวัดโดยใช้หน่วยที่เป็นมาตรฐาน เนื้อหาเรื่องพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สอนโดยเน้นสถานการณ์ปัญหาที่นำไปสู่การเปรียบเทียบโดยตรงและการเปรียบเทียบทางอ้อมโดยให้นักเรียนค้นหาหน่วยในการวัดด้วยตนเอง จากนั้นสอนการจำแนกความยาวเส้นรอบรูปของรูปเรขาคณิตที่กำหนดให้ซึ่งอยู่ในมิติเดียว กับเรื่องพื้นที่ที่เป็นเรื่องสองมิติโดยใช้สื่อดีๆ เป็นหน่วยในการวัด และสามารถเคลื่อนย้ายได้ก่อนที่จะสอนการหาพื้นที่โดยใช้สูตรในการคำนวณ



5.2 อภิปรายผล

1. ผลการวิจัยพบว่านักเรียนกลุ่มเป้าหมายสามารถแสดงแนวคิดได้อย่างแตกต่างหลากหลาย และมีแนวคิดที่สะท้อนให้เห็นถึงความเชื่อมโยงกับชีวิตประจำวัน เช่น การเห็นสิ่งของต่างๆ เป็นรูปร่างที่เหมือนกับรูปสี่เหลี่ยมประเภทต่างๆ การใช้สิ่งของที่มีอยู่มาเป็นหน่วยในการวัด

2. แนวคิดเรื่องการบวกของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้แนวคิดเรื่องการทำให้เป็นสิบ และการรวมจำนวนและแยกจำนวนเพื่อทำให้เป็นสิบนั้นถือว่าเป็นแนวคิดที่สำคัญในการเรียนรู้เรื่องค่าประจำหลักและการบวกเลขที่มีค่ามากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของสมาคมครูคณิตศาสตร์แห่งอเมริกา (NCTM, 2000) ที่มองว่าแนวคิดเรื่องฐานสิบเป็นเรื่องที่นักเรียนเข้าใจได้ยากดังนั้นในแง่ของหลักสูตรควรจะมีการเชื่อมโยงความเข้าใจของนักเรียนจากการนับไปสู่การแสดงแทนในเรื่องของฐานสิบ

3. จากผลการวิจัยที่พบแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นอย่างแตกต่างหลากหลายนั้น ในงานวิจัยครั้งนี้ ครูสามารถพัฒนาแนวทางการสอนที่สอดคล้องกับแนวคิดของนักเรียน ซึ่งเป็นสิ่งที่ส่งเสริมกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนมากกว่าแนวทางการสอนที่ยึดหัวข้อตามหนังสือเรียนแบบเดิม



5.3 ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยที่กล่าวมานำไปสู่ข้อเสนอแนะเชิงนโยบายดังนี้ รัฐควรสนับสนุนทิศทางการผลิตและพัฒนาครูประจำโดยให้สถาบันผลิตครูร่วมกับโรงเรียนและเขตพื้นที่ทำงานร่วมกันโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานในการพัฒนาการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาโดยอาศัยวิธีการแบบเปิดและการศึกษาชั้นเรียน

ข้อเสนอแนะเชิงวิชาการ ควรมีการสนับสนุนครูประจำการในโรงเรียนให้ปรับเปลี่ยนการสอนโดยการบรรยาย อธิบาย มาเป็นการสอนที่เน้นการแก้ปัญหาตามวิธีการแบบเปิดซึ่งให้ความสำคัญกับแนวคิดของนักเรียนที่เกิดขึ้นในชั้นเรียน เพื่อส่งเสริมให้ครูทำวิจัยในชั้นเรียนของตนเองเพื่อพัฒนาแนวทางการสอนโดยอาศัยแนวคิดของนักเรียนในโดเมนเฉพาะด้านต่างๆ

ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ประโยชน์ นอกจากครูสามารถใช้แนวคิดของนักเรียนในการพัฒนาแนวทางการสอนแล้ว ยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อการสอน หรือ พัฒนาหนังสือเรียน และคู่มือครูในโดเมนเฉพาะด้านในระดับชั้นต่างๆ ต่อไป



บรรณานุกรม

- คณะกรรมการการปฏิรูปการเรียนรู้. (2543). **ปฏิรูปการเรียนรู้ ผู้เรียนสำคัญที่สุด**. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ.
- โครงการ PISA ประเทศไทย สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2554). **ผลการประเมิน PISA 2009 การอ่าน คณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์**. ห้างหุ้นส่วนจำกัด อรุณการพิมพ์. กรุงเทพฯ.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์. (2546). **การปฏิรูปกระบวนการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ในโรงเรียนโดยเน้นกระบวนการทางคณิตศาสตร์**. ขอนแก่น: ขอนแก่นการพิมพ์.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2547). การสอนโดยใช้วิธีการแบบเปิดในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ของญี่ปุ่น. ใน ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (บรรณาธิการ). **KKU Journal of Mathematics Education**. (หน้า 1–28). ขอนแก่น: ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2554). ชั้นเรียนที่เน้นกระบวนการแก้ปัญหา (Problem Solving Classroom) ในบริบทการใช้นวัตกรรมการศึกษาชั้นเรียน (Lesson Study) และวิธีการแบบเปิด (Open Approach). **การประชุมวิชาการทางคณิตศาสตร์ ประจำปี 2554 ครั้งที่ 16 วันที่ 10-11 มีนาคม 2554, ณ โรงแรมโฆษะ อำเภอเมือง, ขอนแก่น**.
- ไมตรี อินทร์ประสิทธิ์ (2557). **ตำราเรื่องกระบวนการแก้ปัญหาในคณิตศาสตร์ระดับโรงเรียน**. ศูนย์วิจัยคณิตศาสตร์ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- รุ่ง แก้วแดง. (2543). **การปฏิวัติการศึกษาไทย**. กรุงเทพมหานคร: มติชน.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2000). **Principles and Standards for School Mathematics**. Reston, VA: NCTM.
- Inprasitha, M. (1997). Problem Solving: A Basis to Reform Mathematics Instruction. **Journal of the National Research Council of Thailand**, 29(2), July-December.
- Inprasitha et.al., (2010). **Study with your friends: Mathematics for Elementary School 1st Grade Thai edition**. Center for Research in Mathematics Education, Khon Kaen University.
- Inprasitha, M. (2011). One Feature of Adaptive Lesson Study in Thailand: Designing A Learning Unit. **Journal of Science and Mathematics Education in Southeast Asia**, 34(1), 47-66.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement. (1997). **Mathematics Achievement in the Primary School Years: IES's Third International Mathematics and Science Study**. Center for the Study of Testing, Evaluation, and Educational Policy. Massachusetts.
- International Association for the Evaluation of Educational Achievement. (2000). **TIMSS 1999 International Report**. International Study Center. Massachusetts.



- International Association for the Evaluation of Educational Achievement. (2004). **TIMSS 2003 International Report**. TIMSS & PIRLS International Study Center. Massachusett.
- Isoda, M. (2010). Lesson Study: Problem Solving Approaches in Mathematics Education as a Japanese Experience. **Procedia Social and Behavioral Sciences** 8 (2010) 17–27.
Available online at www.sciencedirect.com
- Lewis, C. (2002). Does Lesson Study Have a Future in the United States?. Journal of the Nagoya University Department of Education, Nagoya Journal of Education and Human Development, (1), 1-23.
- Lewis, C., & Hurd, J. (2011). Lesson Study Step by Step: How Teacher Learning Communities improve instruction. Heinemann: USA.
- Mullis, I.V.S. et al. (2008). **TIMSS 2007 International Mathematics Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades**. TIMSS & PIRLS International Study Center. Massachusett.
- OECD. (2003). **Learning for Tomorrow's World: First Results from PISA 2003**. Paris.
- Stigler, J. W., & Hiebert, J. (1999). **The teaching gap**. New York: Free Press.